Chamando T_1 e T_2 aos vectores tangentes à curva em α_1 e α_2, tem-se

$$T_1 \mid (P-Q) \wedge (R-Q) = 0$$

isto é

$$T_2 \mid (P-Q) \wedge (R-Q) = 0$$

Dados 3 pontos de uma curva podemos determinar entre eles, 2 pontos sobre a curva nos quais as tangentes são paralelas ao plano definido pelos 3 pontos.

O anulamento de todos os λ corresponde aqui ao caso de P, Q e R serem colineares.

Note-se também que se a curva é plana, o vector director do seu plano será $(P-Q) \wedge (R-Q)$; por outro lado podemos escrever

$$\begin{vmatrix} x(t) & y(t) & z(t) & 1 \\ x(a) & y(a) & z(a) & 1 \\ x(b) & y(b) & z(b) & 1 \\ x(c) & y(c) & z(c) & 1 \end{vmatrix} = F(t)$$

sob a seguinte forma

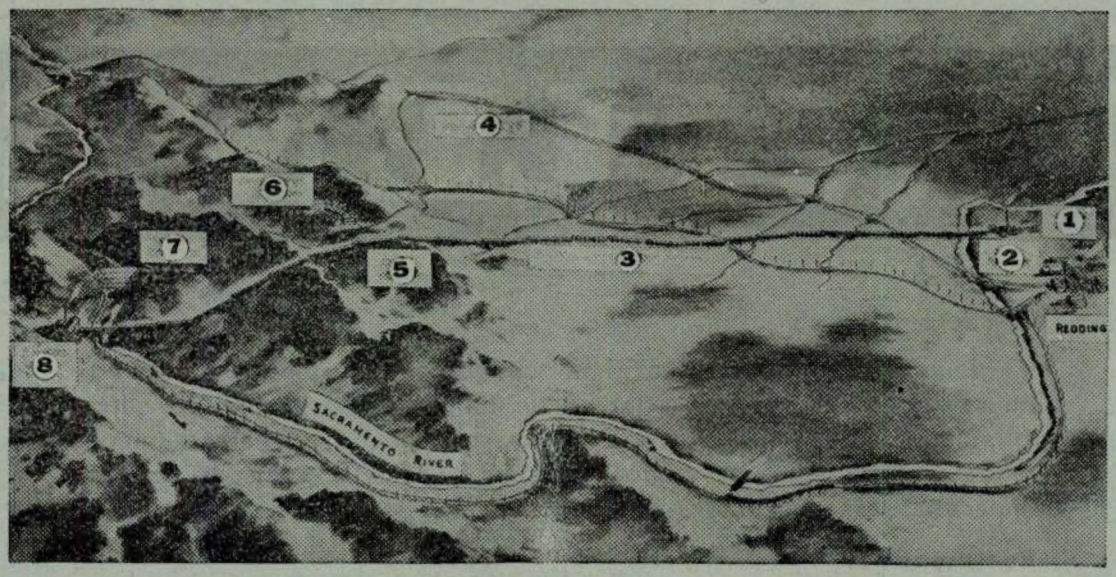
$$F(t) = (M(t) - 0) \mid (P-Q \,(\wedge (R-Q) - (P-O) \mid (Q-O) \wedge (R-O)$$

e como $(M(t)-P) \mid (P-Q) \wedge (R-Q) = 0$ temos $F(t) = (P-O) \mid (P-Q) \wedge (R-Q) - (P-O) \mid (Q-O) \wedge (R-O)$ que é uma constante, e então em qualquer ponto t do intervalo (a, c) verifica-se a relação $T \mid (P-Q) \wedge (Q-R) = 0$.

Estes resultados são fàcilmente generalizáveis para n funções.

Cerca de 30 km de correias transportadoras

numa só instalação.



Instalação transportadora de Great Central Valley, Califórnia

Esta instalação, que foi montada especialmente para transporte da areia e brita necessária à construção da Barragem Shasta, no Rio Sacramento, consta de 26 correias transportadoras sem-fim, de 1.200 m de comprido, 36'' de largo e accionadas por motores de 200 h. p. cada uma.
O sistema tem uma capacidade de transporte de 1.000 toneladas por hora, a uma velocidade de cerca de 3 m/seg. O material em trânsito conserva-se sobre a transportadora (3) durante cerca de hora e meia, para percorrer 15.300 m, desde a instalação de britagem (1) a uma altitude de 160 m acima do nível do mar (2), atravessando uma auto estrada (4), atingindo uma altitude de 475 m (5) e cruzando por duas vezes o rio, até atingir o ponto de construção da barragem (7).

Use também correias transportadoras

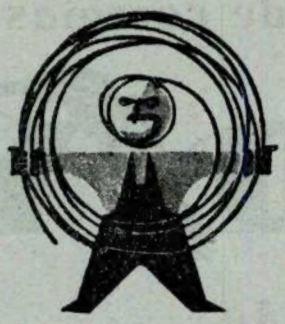
Um tipo especial para cada serviço

Distribuidores exclusivos: **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

Rua dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

Telef. 25058 / 24502 / 21729

Teleg.: CANELASCO



UNILENE

Características:

Leveza; grande resistência ao choque, esmagamento e abrasão; boa flexibilidade; grande estabilidade dimensional; perdas de carga mínimas; imunidade à incrustação, insensibilidade às baixas temperaturas; resistência aos ácidos minerais, alcalis e soluções salinas, inatacabilidade por fungos ou roedores. Não tóxico.

Restrições:

A temperatura máxima de serviço contínuo é de 50° C.

Aplicações:

Construção Civil, Indústria Química, Condutas desmontáveis ou fixas para cerveja, agricultura, vinicultura, sulfato para as vinhas, estábulos, nitreiras, centrais leiteiras, sumos de frutos, águas ácidas, água salgada ou calcárea, condutas de água e ar nas minas, pedreiras, etc.

UNILENE

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Tele { gramas UNISOTRA
fone (prov.) 5 2102

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Tele { gramas UNISOTRA
fone 2 0448 - 36 7488 - 36 7489

C. D. U. 164

LÓGICA SIMBÓLICA

PELO ENG.º MECÂNICO (I. S. T.) ANTÓNIO GOUVÊA PORTELA

(Continuação)

CAPÍTULO III

Funções Proposicionais

— Noções de Base

1.1 — Numa proposição há sempre dois termos fundamentais: o Sujeito e o predicado.

Se simbolizarmos os *predicados*, por letras maiúsculas (de A a W) e, por letras minúsculas, os *Sujeitos*, será sempre possível simbolizar qualquer proposição por um conjunto de duas letras, uma maiúscula e outra minúscula.

Exemplo: «Socratas é Humano»
designando: «Socrates» por s
«Humano» por H.

A proposição simples indicada terá o Símbolo: Hs.

1.2 — *Função proposicional simples*

Como o predicado pode ser um *atributo* de *vários* sujeitos e se não se pretender designar expressamente a *qual sujeito* nos queremos referir, utilizar-se-á então as letras minúsculas (x, y—etc.).

Assim, H x significa qualquer dos Símbolos H a, H b, etc.

Às letras x, y — etc., dá-se o nome de *variáveis individuais* e *Hx* designa-se por *função proposicional simples.*

1.3 — *Instanciação* ou *Substituição*

À operação de substituir numa função proposicional, a variável individual por qualquer dos símbolos representativos dos indivíduos (Sujeitos) que essa variável significa, dá-se o nome de *Instânciação* ou *Substituição.*

H a, H b. etc. são instanciações ou substituições de Hx.

1.4 — *Negação dum predicado*

Para significar que determinado *Sujeito* ou *variável individual não* possui determinado predicado apõe-se o sinal de negação (—) em cima do Símbolo do predicado como $\overline{H}x$, $\overline{H}a$, $\overline{H}b$ etc. Assim, $\overline{H}s$ significa que «Socratas não é Humano».

1.5 — *Conceito de Universo*

Mais adiante se fará uso do termo *universo.*

O Universo referido não é *vazio*, isto é, tem pelo menos *um* Sujeito.

Assim se *x* representa qualquer dos indivíduos contidos num determinado universo, deverá ser $x \geq 1$.

Daqui se conclui:

1.º — O universo tem as *dimensões* que lhe forem atribuídas, pode referir-se a uma região, ao globo, ou a um espaço tão restrito que só nele exista 1 indivíduo.

2.º — Se de qualquer modo, o universo definido não contiver nem um indivíduo todas as expressões deduzidas não têm aplicação nem qualquer significado.

2 — Quantificação

É um conceito novo que só se aplica a *funções proposicionais* e não a *proposições.*

Há várias categorias de quantificação conforme se verá a seguir.

2.1 — Quantificação *universal* ou *Generalização*

É a afirmação de que o predicado é *geral* ou seja, é um *atributo* de todos os sujeitos no *universo.* Simboliza-se a *generalização* fazendo preceder o símbolo da função proposicional pela letra minúscula representando a *variável individual* e envolvendo-a, entre parenteses, como, por exemplo:

(x) Hx, (y) Hy

Ao símbolo (x) da-se o nome de *quantificador universal.*

(x) Hx significa: «Sendo dado qualquer sujeito *x* no universo esse *x* terá a propriedade (predicado) H.

2.2 — *Quantificação existencial*

Significa que o *predicado* se aplica *pelo menos* a um sujeito no universo. Simboliza-se $(\exists x)$, $(\exists y)$, etc.

Assim, $(\exists x)$ Hx significa: «que há pelo menos no Universo um sujeito x, que tem o predicado H».

2.3 — *Quantificação universal duma Negação*

Constitui a afirmação de que a *negação do predicado é geral* para todos os indivíduos do Universo e Simboliza-se por (x) $\overline{H}x$ e significa:

«Sendo dado qualquer x no Universo esse x *não* terá o predicado H».

2.4 — *Quantificação existencial duma Negação*

Constitui a afirmação de que a Negação do predicado é atributo de, *pelo menos*, um indivíduo no Universo, e Simboliza-se $(\exists x)$ $\overline{H}x$ e significa: «Há *pelo menos* um sujeito x no universo, que *não* tem o predicado H».

2.5 — *Preposições Contrárias*

As proposições dizem-se *Contrárias* quando podem ser *ambas falsas*, mas *não* podem ser ambas *verdadeiras*.

Exemplificando: As funções proposicionais: (x) Hx e (x) $\overline{H}$ são contrárias.

2.6 — *Proposições Sub-contrárias*

São as proposições que podem ser ambas verdadeiras mas não podem ser ambas falsas.

Assim $(\exists x)$ Hx e $(\exists x)$ $\overline{H}$ são Sub-contrárias.

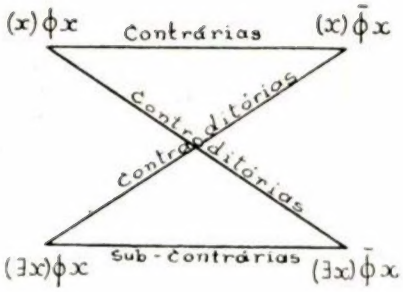
2.7 — *Proposições contraditórias*

São as proposições que sendo uma falsa a outra será necessàriamente verdadeira e recìprocamente.

Assim $\left.\begin{array}{l}(x)\,Hx \text{ e } (\exists x)\,\overline{H}x \\ (x)\,\overline{H}x \text{ e } (\exists x)\,Hx\end{array}\right\}$ São Contraditórias.

2.8 — *Diagrama Cruzado*

O Diagrama adiante indicado serve de monomónia para recordar a situação das proposições umas em relação às outras.



Nota:

As afirmações feitas em 2.5, 2.6, 2.7 quanto a posição relativa dos quantificadores resulta fàcilmente das definições dos quantificadores dadas em 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

3 — Outros tipos de funções proporsicionais e sua representação simbólica

3.1 — *Funções proporsicionais complexas*

São todas as funções proporsicionais que resultam de funções proporsicionais simples ligadas por símbolos lógicos tais como: , . , ∨ , ⊃ ,

Estas funções também podem ter símbolos de quantificação.

Exemplos:

$$Cx \,.\, Ax \quad , \quad (\exists x)\,(Hx \supset Bx)$$
$$(x)\,(Cx \vee Ax) \quad \text{etc.}$$

3.2 — *Funções proporsicionais múltiplas*

São todas as *afirmações compostas* cujos componentes são funções proporsicionais complexas.

Exemplos:

$$(x)\,(Dx \supset Cx) \supset (\exists x)\,Ax \,.\, Cx)$$
$$(x)\,(Dx \supset Cx) \supset Cx$$

3.3 — *Funções proporsicionais com mais de uma variável individual.*

São todas as funções proporsicionais em que intervem mais de um sujeito ou variável individual, como:

$$Fx \,.\, Gy \;,\; Fa \,.\, Gb \;,\; Fx \supset Gy \text{ etc.}$$

3.4 — Designaremos por Φx qualquer função proporsicional que contenha, pelo menos, *uma vez* a variável x.

A função Φx inclui portanto funções proporsicionais contendo outras variáveis y, z, w etc., desde que *x* intervenha, pelo menos, uma vez.

Exemplos: Φx pode representar:

Fx, $Fx \supset Hx$, $Ga \supset Hx$, $Fw \supset (Gz . Hx)$

Podem usar-se outras letras gregas maiúsculas Ψ, Δ etc.

3.5 — Designaremos por $\Phi \mu$ qualquer função proporsicional que contenha, pelo menos, uma vez μ, significando μ quer x, quer y.

Exemplo de $\Phi \mu$: Fx, Fy etc.

Podem usar-se outras letras gregas minúsculas além de μ; ε etc.

3.6 — Diz-se que uma variável μ *ocorre livremente* numa expressão quando não está sujeita (sob a alçada) de qualquer dos símbolos de quantificação (x) ou ($\exists$x).

Inversamente, a variável μ *não ocorre livremente* numa expressão (μ está prisioneira) quando está sujeita os símbolos de quantificação ((x) e ($\exists$z)).

Assim: em

(x) [Fx $\supset$ Px] $\supset$ Cx, a primeira ocorrência de x, (x) [Fx $\supset$ Px], x não é livre, e na 2.ª ocorrência de x, Cx, x é livre.

3.7 — Designaremos por Φv o resultado da substituição (instanciação) de todas as *ocorrências livres* de μ, pela constante v.

Exemplo: $\Phi \mu \rightarrow$ (x) (Fx $\supset$ Px) $\supset$ Cx.

A instanciação ou substituição de x por v dará a expressão Φv $\rightarrow$ (x) (Fx $\supset$ Px) $\supset$ Cv.

4 — Estudo dos Argumentos e Proposições

Constituídos por funções proposicionais não só simples mas também, gerais, complexas e múltiplas.

4.1 — *Regras gerais de inferência*

As funções proposicionais contêm *variáveis livres* e portanto não são nem verdadeiras nem falsas. Só pode *vàlidamente* dizer-se que determinada função proposicional é *conclusão* de uma ou mais premissas que também podem ser funções proposicionais, quando, substituídas sucessivamente as variáveis por todas as constantes que essas variáveis representam se obtém, em cada caso um *argumento válido*.

Quer isto dizer que o argumento constituído por funções proposicionais se transforma num argumento válido, para toda e qualquer substituição das variáves x, y... pelas *constantes* que essas variáveis representam.

Assim, o argumento $Fx \supset Gx$ Fx ∴ Gx é *válido*, porque substituindo x por qualquer das constantes (que ele representa) se obtém sempre um argumento válido.

No exemplo apresentado pode dizer-se que é legítimo *inferir* que Gx provém vàlidamente das premissas Fx $\supset$ Gx, Gx pelo processo de Modus Ponens.

É fácil de verificar que as *inferências* que resultem da aplicação das formas normais de argumentos válidos ou das equivalências referidas nas listas já dadas anteriormente, são aplicáveis às funções proposicionais.

4.2 — *Prova Formal ou demonstração*

Para realiazar a *prova formal* ou *demonstração* é necessário que, em cada etape do desenvolvimento, as novas afirmações resultem das anteriores de uma *forma válida* tal como se definiu em 4.1.

É óbvia a definição, se atentarmos que para ser *válida* uma inferência a partir de funções proposicionais é necessário que todas as substituições da variável (ou variáveis) pelas constantes que elas representam, resulte num argumento válido.

4.3 — *Novos argumentos válidos*

Estamos agora em condições de acrescentar mais algumas provas de validade à lista primitiva e que se destinam a permitir operar com os *quantificadores* (x) e ($\exists$x).

4.3.1 — *Instanciação Universal (I. U.)*

Define-se instanciação universal (I. U.) por meio do argumento elementar válido seguinte: (μ) $\Phi \mu$ ∴ Φv.

O argumento apresentado significa que é possível concluir de uma quantificação universal de uma função proposicional, uma substituição (instanciação) das *ocorrências livres* da variável μ pela constante v.

O que é óbvio, se atentarmos à definição de quantificação Universal (μ) que exige que *todas* as substituições das ocorrências livres de μ resulte num *argumento válido* e portanto se é para *todas* também é para v.

Convém explicar porque se *restringe* às ocorrências livres, a aplicação do argumento válido (I. U,).

com efeito as expressões abrangidas pelos quantificadores (x) e ($\exists$x) podem ser compostas e haveria então que *provar* primeiro que era legítimo aplicar a essas expressões o argumento (I. U.).

Para evitar esta dificuldade, prefere-se que o argumento (I. U.) se aplique apenas às ocorrências livres a propósito das quais não há que fazer essa prova prévia.

4.3.2 — *Generalização Existencial (G. E.)*

A generalização Existencial (G. E.) é deferida pelo argumento elementar válido seguinte: $\Phi v \therefore (\exists \mu)\ \Phi \mu$.

Este argumento significa ser possível concluir a *quantificação existencial* de uma função proposicional a partir de uma substituição (instanciação) de μ por v na referida função proposicional.

O que também é evidente se atendermos que a conclusão afirma que, *pelo menos*, uma substituição (instanciação) é verdadeira, ora Φ v tomado como premissa mostra que há, *pelo menos*, a substituição de μ por v e portanto há uma, pelo menos, verdadeira.

A limitação às ocorrências livres, resulta das mesmas considerações feitas a propósito de (I. U).

4.3.3 — *Instanciação Existencial* (I. E)

Define-se pelo argumento elementar válida seguinte: $(\exists \mu)\ \Phi \mu \therefore \Phi v$.

Com a *restrição* seguinte: Este argumento elementar (I. E.) só pode ser aplicado quando o variável v não interveio já no contexto da prova deduzida.

Esta restrição justifica-se recordando que $(\exists \mu)\ \Phi \mu$ significa que há pelo menos *uma* substituição (instanciação) que é *verdadeira* e seja ela v.

Se admitirmos que v já interveio anteriormente no contexto pode nessa altura lhe ter sido atribuído *outro significado*.

Ora para evitar esta eventualidade, o que é de recear numa linguagem puramente simbólica e formal, que se prefere restringir a aplicação de (I. E.) apenas aos casos em que v não ocorreu anteriormente no contexto.

Como regra prática, o argumento (I. E.) terá de preceder qualquer outro em relação à constante v.

4.3.4 — *Generalização Universal* (G. U.)

Define-se pelo argumento elementar válido seguinte: $\Phi \mu \therefore (v)\ \Phi v$ com as restrições seguintes:

a) μ é uma variável que *não* teve qualquer *livre ocorrência* numa função proporcional inferida a partir de (I. E.);

b) μ não poderá ocorrer livremente em nenhuma dedução que inclua $\Phi \mu$.

Significa o argumento (G. U.) o seguinte:

Se Φ é uma propriedade de *qualquer* μ arbitràriamente escolhido, então será uma propriedade de todos os indivíduos que μ representa.

A restrição *b*), resulta da circunstância de μ tanto poder representar x como y e embora possa ser verdade que $\Phi x \therefore (v)\ \Phi v$ sendo v uma substituição de x, já pode não ser verdade que $\Phi y \therefore v \Phi v$, sendo v uma substituição de x.

Corresponde à dedução ilógica seguinte:

«Se houver Homens e Animais, e se os Homens forem Humanos, então os Animais são Humanos».

A restrição *a*), resulta da circunstância de (I. E.) provar a existência de, pelo menos, um caso ser válido, nomeadamente v, e se a função proposicional resultante de uma inferência do tipo (I. E.), tiver μ como variável livre não pode ser generalizado a outros constantes além de v, porque (I. E.) só garante a validade para 1 caso, nomeadamente v.

4.4 — *Generalização da Prova Condicional* (P. C.)

Um dos processos de prova usados na prova ou demonstração de argumentos é designada por Prova Condicional, e consiste em acrescentar às permissas mais *uma* e a partir dessa *permissa adicional* (p . a) proceder a uma sequência de deduções que termina numa *conclusão* que é uma *forma condicional* em que a (p . a) é antecedente.

A sequência de deduções referida é realizada com o auxílio das tabelas de argumentos válidos e proposições verdadeiras.

A forma condicional da conclusão, tem por *antecedente* a permissa adicional e por *consequente* o último termo da sequência deduzida.

Todos os termos da sequência que serviram para provar pelo Método Condicional determi-

nada conclusão, não podem servir para novamente provar numa 2.ª prova condicional, uma 2.ª conclusão e assim sucessivamente.

Convém deste modo distinguir as várias sequências entre si, isolando-as claramente por meio de chavetas envolventes.

Um *exemplo* explicará melhor a regra.

Seja dado o argumento seguinte:

1 $(x)\,[(Ax \vee Bx) \supset (Cx \,.\, Dx)]$

2 $(x)\,\{(Cx \vee Ex) \supset [(Fx \vee Gx) \supset Hx]\}$ $\therefore$

$\therefore\ (x)\,[Ax \supset (Fx \supset Hx)]$

3	$(Ay \vee By) \supset (Cy \,.\, Dy)$	(I. U.) de 1
4	$(Cy \vee Ey) \supset [(Fy \vee Gy) \supset Hy]$	(I. U.) de 2
5	Ay	(p . a)
6	$Ay \vee By$	(A d) de 5
7	$Cy \,.\, Dy$	(M. P.) de 3 e 6
8	Cy	(Si) de 7
9	$Cy \vee Ey$	(A d) de 8
10	$(Fy \vee by) \supset Hy$	(M. P.) de 4 e 9
11	Fy	(p . a)
12	$Fy \vee Gy$	(A d) 4
13	Hy	(M. P.) de 10 e 12
14	$Fy \supset Hy$	(P. C.) de 11 e 13
15	$Ay \supset (Ex \supset Hy$	(P. C.) de 5 e 14
16	$(x)\,[Ax \supset (Fx \supset Hx)]$	(G. U.) de 15

Assim, o termo 14 resulta da aplicação da prova condicional a premissa adicional assumida da linha 11 (Fy). Portanto quando foi aplicada pela segunda vez a Prova Condicional para deduzir *15* as expressões 11, 12 e 13 já não intervieram, como efectivamente aconteceu por pertencerem à seguência de 1.ª prova Condicional.

Assim como depois de ser deduzida a 2.ª prova Condicional (15), todas as expressões da sequência respectiva desde 5 a 14 ficam excluídas para futuras deduções, se as houvesse, por Prova Condicional.

O melhor meio de evitar erros é envolver com chavetas envolventes as sequências das deduções por P. C.

4.5 — *Generalização da Equivalência lógica às expressões que contêm qualificadores (x) e (∃x).*

4.5.1 — Se no *universo* existirem n indivíduos (sujeitos) será:

$$(x)\ \Phi\, x \equiv [\Phi a \,.\, \Phi b \,.\, \ldots\, \Phi n]$$

Porque para ser *verdadeiro* $(x)\ \Phi\, x$ é necessário que *todas* as substituições de *x* por constantes, nesse universo, sejam *todas* verdadeiras, o que se exprime *conjuntando-nos* (.).

4.5.2 — Será também, num Universo:

$$(\exists x)\ \Phi\, x \equiv [\Phi a \vee \Phi b \vee \ldots \vee \Phi u]$$

porque $(\exists x)\ \Phi\, x$ significa que basta a existência de *pelo menos* 1 substituição de x verdadeira, o que se representa *disjuntando* (v) todas as substituições, porque basta que uma das disjunções seja verdadeira, para que a disjunção o seja.

4.5.3. — De 4.5.1. e 4.5.2 se conclui que, num Universo não vazio, qualquer argumento que envolva quantificadores é lògicamente equivalente a um ou mais argumentos que só contenham proposições singulares ou formas verdadeiras de proposições singulares.

4.5.4. — Pode este facto servir para provar a *invalidade* de um argumento que contenha expressões com quantificadores, transformando-o num argumento equivalente lògicamente, mas contendo apenas proposições simples (singulares) ou formas verdadeiras de proposições simples e provar que este 2.º argumento é *inválido* e daí inferir que o 1.º argumento também é *inválido.*

4.6 — *Negação do Quantificador* (N. Q.)

Trata-se de um conjunto de expressões verdadeiras que convém acrescentar à *lista* das equivalencias formais.

$$\overline{(v)\ \Phi\, v} \equiv (\exists\, v)\ \overline{\Phi\, v}$$

$$(v)\ \overline{\Phi\, v} \equiv \overline{(\exists\, v)\ \Phi\, v}$$

$$\overline{(v)\ \overline{\Phi}\, v} \equiv (\exists\, v)\ \Phi\, v$$

Que são óbvias para o que basta atender à definição dos quantificadores e ao conceito de negação.

4.7 — *Eutimenes*

São argumentos a que faltam, de forma óbvia, algumas premissas que é necessário *acrescentar* para deduzir a prova.

5 — Lógica das Relações

5.1 — *Definição e simbolisação das Relações*

As proposições que se aplicam a dois ou mais indivíduos, estabelecendo entre eles uma *certa relação* que só é aplicável aos indivíduos referidos, designam-se por *Relações.*

Exemplo: António conhece João
João ama Maria

As *relações* classificam-se quanto ao *número* de indivíduos entervenientes em: binárias (diades)
trenárias (triades)
quaternários
etc.

As *relações* simbolisam-se da forma seguinte:

Mab que significa *a* têm a Propriedade *M* em relação a *b*.

5.2 — *Formas Activas e Passivas*

A expressão «João conhece António» pode dizer-se: «António é conhecido de João».

A primeira forma diz-se *activa*, a segunda *passiva*, e ambos se simbolisam por *Mab* e correspondem a duas substituições da expressão geral M x y.

5.3 — *Uso de quantificadores*

Os quantificadores também se aplicam às *relações* e obtém-se a seguinte série de situações para as *relações binárias.*

1) (x) M a x
- *a* tem a propriedade *M* em relação a todos *x*.
- Todos os *x* têm a propriedade passiva M em relação a *a*.

2) (∃x) M a x
- *a* tem a propriedade M, pelo menos, em relação a um *x*.
- Há, pelo menos, um *x* que tem a propriedade passiva M em relação a *x*.

3) (x) M x a
- Todos os *x* têm a propriedade M em relação a *a*.
- *a* tem a propriedade passiva M em relação a todos *x*.

4) (∃x) M x a
- Pelo menos, um *x* tem a propriedade M em relação *a*
- *a* tem a propriedade passiva de M, pelo menos, em relação a um *x*.

5) (x) (y) M x y — Todos os *x* têm a propriedade M em relação a todos os *y*

6) (y) (x) M x y — A forma passiva corresponde a 5)

7) (∃x) (∃y) H x y — Pelo menos um *x* tem a propriedade *M* em relação, pelo menos, a um *y*

8) (∃y) (∃x) H x y — A forma passiva correspondente

9) (x) (y) $\overline{M}$ x y — Todos os *x* **não** têm a propriedade *M* em relação a qualquer *y*.

10) (4) (x) $\overline{M}$ x y — A forma passiva correspondente

11) (x) (∃y) M x y — Qualquer *x* tem a propriedade M em relação, pelo menos, a um *y*.

12) (∃y) (x) M x y — Há, pelo menos, um *y* que tem a propriedade passiva *M* em relação a todos os *x*.

13) (y) (∃x) M x y — Todos os *y* têm a propriedade passiva *M*, em relação, pelo menos, a um *y*.

14) (∃x) (y) M x y — Há, pelo menos, um *x* que tem a propriedade *M* em relação a todos os *y*.

5.4 — Convém chamar a atenção para certas relações entre algumas das 14 expressões referidas em 5.3.

Assim:

(x) (y) M x y ⊃ (y) (x) M x y
(y) (x) M x y ⊃ (x) (y) M x y } são equivalentes

(∃x) (∃y) M x y ⊃ (∃y) (∃x) M x y
(∃y) (∃x) M x y ⊃ (∃x) ∃y) M x y } não são equivalentes

(∃y) (x) M x y ⊃ (x) (∃y) M x y
mas o inverso não é verdadeiro } não são equivalentes

5.5 — *Pseudo-Relações*

Os verbos como: Desejar, esperar, contar, ter a intenção de, etc. *não* estabelecem relações verdadeiras, porque a sua realização é *duvidosa*, a estas relações chamam-se *pseudo-relações* e não podem ser tratadas como verdadeiras relações.

5.6 — *Propriedades das Relações binárias*

As relações binárias podem classificar-se de diferentes formas:

5.6.1 — *Simétricas* quando se verificar a seguinte expressão (x) (y) [R x y ⊃ R y x] que significa: «Se qualquer *x* tiver a propriedade R em relação a qualquer *y* então qualquer y tem a propriedade R em relação a qualquer *x*.»

Assimétricas — quando se verificar ser (x) (y) [R x y ⊃ $\overline{R}$ x y].

Não simétricas — São todas as restantes relações.

5.6.2 — *Transitivas,* quando se verificar (x) (y) (z) [(R x y . R y z) ⊃ R x z], que significa: «Se qualquer x tem a propriedade R em relação a qualquer y e se qualquer *y* tem a propriedade R em relação a qualquer *z*, então qualquer *x* tem a Propriedade R em relação a qualquer *z*.

— *Intransitivas:* quando se verificar (x) (y) (z) [(R x y . R y z) ⊃ $\overline{R}$ x z].

5.6.3 — *Reflexivas:*

1) R x y diz-se *totalmente* reflexiva se se verificar (x) R x x.
2) R x y diz-se (simplesmente) *reflexiva* se se verificar (x) (y) [R x y ⊃ (R x x . R y y)].

Irreflexivas — R x y diz-se *irreflexiva* se se verificar (x) $\overline{R}$ x x.

Não reflexiva — São todas as restantes relações R x y.

5.7 — *Identidade:* (=)

Diz-se que *x* é *idêntico* a *y*, sòmente quando: «Toda a propriedade de *x* é propriedade de *y* e recìprocamente simbolizam:

$$\begin{cases} x = y \\ \mu = v \end{cases} \quad \text{etc.}$$

— *Negação de identidade* (≠)

As expressões do tipo $\overline{x = y}$ ou $\overline{\mu = v}$ que significam a *negação da identidade,* simbolizam-se da seguinte forma:

$$\begin{cases} x \neq y \\ \mu \neq v \end{cases}$$

6 — Propriedade das propriedades

Já vimos que é possível *quantificar* em relação a uma variável *x*, vamos agora tratar da *quantificação* das *propriedades.*

Simboliza-se a quantificação de propriedades pelo símbolo da propriedade envolvida entre parêntes, como (F) ou (∃ F).

As expressões típicas de quantificadores de Propriedades (Propriedades de Propriedades) são as seguintes e têm os significados adiante indicados:

(1) (x) (F) F x — qualquer *x* tem qualquer propriedade F.
(F) (x) F x — qualquer propriedade F pertence a qualquer x.

(1) (∃ x) (∃ F) F x — Há, pelo menos, um *x* que tem, pelo menos, uma propriedade F.
(∃ F) (∃ x) F x — Há, pelo menos, uma propriedade F que pertence a, pelo menos, um indivíduo *x*.

(x) (∃ F) F x — Todos os *x* têm, pelo menos, uma propriedade F.

(∃ x) (F) F x — Há, pelo menos, um *x* que tem todas as propriedades F.

(F) (∃ x) F x — Todas as propriedades F pertencem, pelo menos, a um *x*.

(∃ F) (x) F x — Há, pelo menos, uma propriedade F que pertence a todos os *x*.

7 — Funções de Proposições

Diz-se que f (P_1, P_2, P_3 . - - P_n) é uma *função verdadeira* das variáveis P_1, P_2, P_3 - - P_n, se o seu *valor* (verdade, falso) é *exclusivamente* função do *valor* (verdade, ou falso) das variáveis P_1, P_2 - - P_n.

As funções de proposições classificam-se, quanto ao número de variáveis, em:

f (P) — singulares — uma só variável
f (P_1, P_2) — binária — duas variáveis
f (P_1, P_2, P_3) — trenárias — três

7.1 — *Funções singulares* f (P)

Há 4 funções *singulares,* que são dados pelos quadros da verdade seguintes:

P	f_1 (P)
V	V
F	V

Tautologia

P	f_2 (P)
V	V
F	F

P ≡ f_2 (P)
Equivalência

P	f_3 (P)
V	F
F	V

P ≡ $\overline{f_3}$ (P)
Negação

P	f_4 (P)
V	F
F	F

Contradição

(1) As expressões assinaladas são equivalentes.

7.2 — *Funções binárias :* f (P, Q)

Há *16* funções binárias, que são dadas pelos quadros da verdade seguintes:

P	Q	f_1 (P,Q)	P	Q	f_2 (P,Q)	P	Q	f_3 (P,Q)	P	Q	f_4 (P,Q)
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
V	F	V	V	F	V	V	F	V	V	F	V
F	V	V	F	V	V	F	V	F	F	V	F
F	F	V	F	F	F	F	F	V	F	F	F

P	Q	f_5 (P,Q)	P	Q	f_6 (P,Q)	P	Q	f_7 (P,Q)	P	Q	f_8 (P,Q)
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
V	F	F	V	F	F	V	F	F	V	F	F
F	V	V	F	V	V	F	V	F	F	V	F
F	F	V	F	F	F	F	F	V	F	F	F

P	Q	f_9 (P,Q)	P	Q	f_{10}(P,Q)	P	Q	f_{11} (P,Q)	P	Q	f_{12}(P,Q)
V	V	F	V	V	F	V	V	F	V	V	F
V	F	V	V	F	V	V	F	V	V	F	V
F	V	V	F	V	V	F	V	F	F	V	F
F	F	V	F	F	F	F	F	V	F	F	F

P	Q	f_{13}(P,Q)	P	Q	f_{14}(P,Q)	P	Q	f_{15}(P,Q)	P	Q	f_{16}(P,Q)
V	V	F	V	V	F	V	V	F	V	V	F
V	F	F	V	F	F	V	F	F	V	F	F
F	V	V	F	V	V	F	V	F	F	V	F
F	F	V	F	F	F	F	F	V	F	F	F

f_1 = Tautologia $(P \vee \overline{P})$ ou $(Q \vee \overline{Q})$
f_2 = Disjunção $(P \vee Q)$
f_3 = Impl. fraca $(P \supset Q)$
f_4 = Independência inversa (P)
f_5 = Imp. directa $(Q \supset P)$
f_6 = Indep. directa (Q)
f_7 = Homologia $P \equiv Q)$ (Equiv. Material)
f_8 = Conjunção $(P . Q)$
f_9 = Disjunção inversa $(\overline{P} \vee \overline{Q})$
f_{10} = Contra Homologia (Disj. Forte) $(P \wedge Q)$
f_{11} = Contra Indep. Inv. $(\overline{Q})$
f_{12} = Contr. Imp. Directa $(\overline{Q \supset P})$
f_{13} = Contr. Indep. Directa $(\overline{P})$
f_{14} = Contra Inp. Inv. $(\overline{P \supset Q})$
f_{15} = Conj. Invers. $(\overline{P} . \overline{Q})$
f_{16} = Contradição $(P . \overline{P})$ ou $(Q . \overline{Q})$

7.3 — *Número de funções f*

O número de funções f que podem ser definidas é função do número de variáveis e é dada pela expressão de fácil demonstração, 2^{2n}.

Assim:

Para n = 1 — o número de funções é : 4
» n = 2 — » » : 16
» n = 3 — » » : 256
» n = 4 — » » : 65.536
» n = 5 — » » : 4.294.967.296

7.4 — As funções de Proposições podem classificar-se ainda: em

— Contradições — Se o resultado for sempre *falso*
— Tautologias — Se o resultado for sempre *verdadeiro*
— Contingentes — as restantes.

Nota :

As formas contingentes têm várias designações que resultam dos vários símbolos lógicos que actuam em P_1 P_2 . . . P_n de modo a formar a expresão de f_n $(P_1 P_2 P_3 — P_n)$.

8 — Indução Matemática

Na demonstração de argumentos, a *indução matemática,* é um método que pode ser muito útil e convém aumentar os *métodos* de *prova,* com mais este.

Há dois tipos de *indução.*

8.1 — *Indução fraca,* que consiste no seguinte argumento:

1 — f (1)
2 — *Para* m *arbitrário, se f (m) então f (m + 1)* ∴ ∴ então será f (m) para *m* qualquer.

O Método demonstra-se pela aplicação da forma «Modus Poneus» (M. P.) do modo seguinte:

1 f (1)
2 Se f (1) então f (1 + 1) ∴ f (2)

3 f (2)
4 Se f (2) então f (2 + 1) ∴ f (3)

e portanto:

1 f (1)
Para m *arbitrário, se f (m) então f (m + 1)* ∴ ∴ Será f (m) para qualquer *m*

8.2 — *Indução forte.* que consiste no seguinte argumento:

1 — f (1)
2 — *Para* m *arbitrário, se f (k) (sendo k < m), então f (m)* ∴ Portanto f (m), para *m* qualquer.

O Método, prova-se pela aplicação sucessiva do (M. P.).

$$\begin{cases} 1\ f\ (1) \\ 2\ \text{Se } f\ (1) \text{ então } f\ (\ (2)\ .\ \therefore\ f\ (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3\ f\ (1) \text{ e } f\ (2) \\ 4\ \text{Se } f\ (1) \text{ e } f\ (2) \text{ então } f\ (3)\ .\ \therefore\ f\ (3) \end{cases}$$

$$\begin{cases} (m-1)\ f\ (1) \text{ e } f\ (2) \text{ e} - \text{e } f\ (m-1) \\ (m) \text{ se } f\ (1) \text{ e } f\ (2) \text{ e} - \text{e } f\ (m-1) \text{ então} \\ \qquad f\ (m)\ .\ \therefore\ f\ (m) \end{cases}$$

9 — **Axiomas, Postulados, demonstração, Provas, Teoremas** etc.

Convém definir uma série de termos que vão ser utilizados em exposições ulteriores.

9.1 — *Axiomas — Postulados.* Não faremos qualquer distinção entre estes dois termos e qualquer deles significará uma *afirmação* que não é demonstrada e constitui um ponto de partida para futuras deduções.

Os sistemas lógicos, assentam num conjunto de *axiomas,* sobre os quais se edificará o sistema e constituem a *Axiomática* desse sistema.

A evidência dos Axiomas não é demonstrada porque constituem hipóteses de base.

9.2 — *Teoremas* — Os teoremas, ao contrário dos axiomas, só são considerados como tal, depois de *demonstrados.* Todas as expressões que são *teoremas* simbolizam-se fazendo-as preceder do símbolo ($\vdash$), como:

$$(\vdash)\ (P_1 \vee P_2 \vee P_3 \ldots \vee P_n)$$

$$(\vdash)\ [P\ .\ (Q \vee R)] \equiv [P \supset (Q \supset R)] \text{ etc.}$$

9.3 — *Demonstração* e *Prova*

A diferença principal entre a *Demonstração* e *Prova,* está na forma como a sequência da dedução é feita.

A *demonstração* exige que só se empreguem os Axiomas de base e o método de inferência previsto no Sistema lógico utilizado.

A *prova* pode ser feita usando Teoremas e métodos de inferência derivados a partir da axiomática base e de inferência de base prevista no Sistema. — A prova é sempre mais *rápida* e contém menos degraus a sequência.

Pode sempre transformar-se a *prova* dum Teorema, num *demonstração,* substituíndo todos os teoremas e regras de inferência derivadas, pelas respectivas demonstrações.

9.4 — *Corolários*

Designa, dum modo geral, todo o argumento ou Teorema, cuja demonstração ou prova resulta da aplicação dum Teorema ou argumento e está *contido* no argumento ou no Teorema de que deriva.

9.5 — *Sistemas lógicos*

Um *Sistema lógico,* compõe-se fundamentalmente de uma axiomática de base, duma Regra de inferência e de uma série de símbolos.

Todos os Teoremas e Regras de inferência derivadas devem resultar a partir dessa estrutura da base por meio de demonstração.

É esta matéria que será tratada a seguir.

CAPÍTULO IV

Sistemas Lógicos

Depois de ter sido exposto ao leitor todo o material que é usado em Lógica, símbolos, métodos de dedução e propriedades da linguagem etc., chegou o momento de *sistematizar* a matéria que acaba de ser exposta.

1.1 — *Linguagem*

Todo o *sistema lógico* implica uma *linguagem* que serve para estudar e interpretar o sistema lógico, e ainda uma *linguagem* que é a do próprio sistema lógico.

Este facto permite distinguir entre: *Linguagem objectiva* que é própria do sistema que é o *objecto* do estudo e *Metalinguagem:* que é a linguagem usada para discutir e interpretar a linguagem objectiva ou seja o sistema lógico em estudo.

A *Metalinguagem* serve de dois modos:

a) Como linguagem *interpretativa* ou seja uma metalinguagem *semântica.*

b) Como linguagem de *forma* e *estructura* da linguagem objectiva ou seja uma metalinguagem *sintática.*

Qualquer linguagem pode servir de objectiva ou de metalinguagem, mas o que não pode é ser empregada nas duas funções simultâneamente.

Finalmente, a linguagem objectiva é essencialmente *simbólica* e não interpretativa.

1.2 — *Formulas bem formadas* (F. B. F.)

Em linguagem objectiva, não sendo possível recorrer à interpretação para apreciar se determinada fórmula (conjunto de símbolos) é bem formada isto é tem um significado ou é simplesmente um agregado de símbolos sem qualquer sentido há que definir, dum modo claro, como distinguir as fórmulas bem formadas das restantes.

Esta será uma preocupação dominante ao estabelecer as bases de um sistema lógico.

1.3 — *Condições a satisfazer para constituir um sistema lógico*

Um sistema lógico (linguagem objectiva) terá de satisfazer a certas condições:

A — Terá de ser indicada a lista de *símbolos primitivos*, assim como os símbolos que são definidos a partir deles e que constituem, em conjunto, os *únicos* símbolos empregados no sistema.

B — Terá de ser indicado qual o *critério forma* (sintático) para distinguir as fórmulas bem formadas (F. B. F.) das restantes.

C — Será dada uma lista de fórmulas bem formadas (F. B. F.) que constituem os *axiomas* do sistema. Estes *axiomas* não são provados ou demonstrados por meio do sistema lógico a criar e constituem a *axiamática de Base* sobre a qual se edificará o sistema.

Podem alguns axiomas ser susceptíveis de ser derivados a partir dos restantes e diz-se que a linguagem ou o sistema possui *redundâncias*, o que formalmente não o invalida mas apenas faz perder *elegância* ao sistema e por isso convém evitá-las.

D — Um *critério formal* (sintático) para distinguir as sequências que constituem *argumentos válidos*, dos inválidos.

Isto é, o sistema tem de indicar como se pode inferir vàlidamente e o critério deve ser *formal* e não interpretativo.

E — Finalmente terá de ser indicado um *critério formal* para distinguir entre *teoremas* e *não teoremas*.

Com efeito a partir da *axiomática* definida em C e do critério de validação de argumentos (D) é possível definir *Teoremas* e é necessário que seja dada uma regra (critério) para distinguir os Teoremas dos que o não são, ou seja as regras de demonstração de Teoremas.

* * *

Satisfazendo as condições acima expostas podem conceber-se vários sistemas.

1.4 — *Propriedades dos sistemas lógicos*

Convém que os Sistemas tenham várias propriedades para satisfazer cabalmente a sua função o que vamos passar a enumerar.

1.4.1 — *Consistência*

Quando é possível derivar dois *teoremas* cujas *fórmulas* são contraditórias, diz-se que o sistema é *inconsistente*.

Deverá constituir uma preocupação fundamental evitar a criação de sistemas em que tal aconteça, isto é, os sistemas devem ser *consistentes*. E. L. Post definiu o critério de consistência da forma seguinte:

«Um sistema é consistente se contiver uma fórmula que não possa ser provada como Teorema do Sistema.»

Daqui em diante designaremos este critério por *Critério de Post*.

1.4.2 — *Independência dos Axiomas*

Os axiomas de um Sistema dizem-se *independentes* quando nenhum deles pode ser demonstrado como *Teorema* dos restantes, isto é, o sistema não possui axiomas *redundantes*. Como já se disse, a redundância não invalida o Sistema, mas torna-o deselegante.

1.4.3 — *Sistemas completamente deductivos*

Um sistema é completamente dedutivo quando qualquer fórmula bem formada do sistema ou a sua negação é susceptível de ser provado por meio do sistema.

Isto corresponde a dizer que qualquer fórmula construída a partir do sistema ou é um Teorema do Sistema ou se for acrescentado como axioma ao sistema, torna este inconsistente.

1.4.4 — Os sistemas *devem* ser: consistentes e completamente dedutivos e é *conveniente* que os seus axiomas sejam independentes (não haja redundâncias).

1.4.5 — *Outras propriedades dos Sistemas*

Além das três propriedades fundamentais referidas em 1.4.1, 1.4.2 e 1.4.3, convém mencionar mais as seguintes:

a) *Sistema funcionalmente completo.*

Propriedade que afirma ser possível expremir (representar), com os símbolos operadores previstos no Sistema, qualquer função verdadeira com qualquer número de símbolos.

b) *Sistema analítico.*

Propriedade que é traduzida pela afirmação seguinte: «Se P for um Teorema do Sistema, então P é uma Tautologia.
Assim, uma lista de Teoremas é uma lista de Tautologias.

c) *Sistema deductivo.*

Propriedade que é traduzida pela afirmação seguinte: «Se for, $P_1, P_2, \ldots P_n \vdash Q$, então será $P_1, P_2, \ldots P_{n-1} \vdash (P_n \supset Q)$».

1.5 — *Símbolos operadores derivados*

Para simplificar a *metalinguagem* há vantagens em definir símbolos operadores derivados que permitem traduzir em fórmulas mais simples do que as expressas nos símbolos operadores previstos na linguagem objectiva (Sistema).

Definiremos a título de exemplo, os seguintes:

a) $P \supset Q$ — *Implicação* — que substitui a expressão da forma: $\overline{(P) \,.\, (\overline{Q})}$

b) $P \vee Q$ — *Disjunção fraca* — que substitui a expressão da forma: $\overline{((\overline{P}) \,.\, (\overline{Q}))}$

c) $P + Q$ — *Disjunção forte* — que substitui a expressão da forma: $\overline{((\overline{P}) \,.\, Q)) \,.\, ((\overline{P}) \,.\, (\overline{Q}))}$

d) $P = Q$ — *Equivalência Material* — que corresponde a: $(P \supset Q) \,.\, (Q \supset P)$ e substitui a expressão da forma: $\overline{((P) \,.\, (\overline{Q}))} \,.\, \overline{((Q \,.\, (\overline{P}))}$

Nota:

Em linguagem objectiva, só podem empregar-se os símbolos previstos na alínea (A) de 1.3.

Os símbolos derivados só servem em Metalinguagem, porque a metalinguagem se destina a interpretar e explicar a linguagem objectiva (o Sistema) e os símbolos derivados facilitam e tornam expedita essa interpretação e explicação.

1.6 — *Principais Sistemas lógicos*

Vamos descrever e estudar sumàriamente os seguintes Sistemas lógicos; todos eles sistemas binários (ou de Alternativa):

A) *Cálculo Proposicional*

Sistema Rosser
» Hilbert — Ackerman
» Nicod.

B) *Cálculo de Funções de 1.ª ordem,* que inclui como caso particular o Cálculo Proposicional.

Nota 1

Além dos sistemas mencionados é possível conceber muitos outros e em partícular convém referir aqueles em que o *valor* pode ser *triplo* (não alternativos), tais como os de Luckasiewicz, Post, Rosser e Turquette.

Estes sistemas, porém, estão fora do âmbito visado nesta exposição.

Nota 2

Os sistemas incluídos na designação genérica de Cálculo Proposicional, também se denominam «Sistemas Lógicos Modelo».

Nota 3

Todos os Teoremas deduzidos em metalinguagem, designar-se-ão por *meta-Teoremas,* para distinguir dos Teoremas que são próprios do Sistema.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91,0 % dos totais do País.*

OUTUBRO

I — Breve nota mensal

Neste mês, foi posta em exploração provisória a 60 kV a linha Setúbal-Ferreira do Alentejo da CNE ficando, deste modo, a rede da CEAL a ser alimentada directamente a partir da rede primária.

Do ponto de vista hidrológico continuou a verificar-se um regime húmido.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	123,1	170,3	+ 38
Produção térmica (P_t)	10,0	1,3	— 87
Produção total (P_T)	133,1	171,6	+ 29
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	10,0	39,2	+292
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	114,2	125,0	+ 9
Consumo total (C_T) . . . . (1)	124,2	164,2	+ 32

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

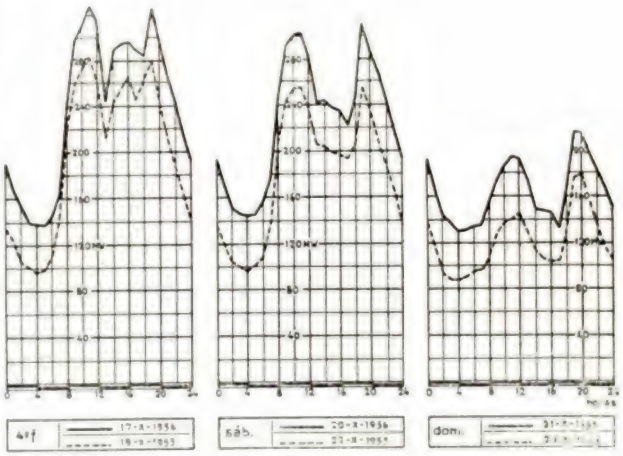
	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1352,2	1617,1	+ 20
Produção térmica (P_t)	45,6	4,9	— 89
Produção total (P_T)	1397,8	1622,0	+ 16
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	278,2	389,3	+ 40
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	1062,8	1173,7	+ 10
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	1341,0	1563,0	+ 17

Nota:

(1) Vidé nota referente ao mês de Agosto de 1956.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	19-10-955	17-10-956
Produção hidráulica (P_h) — MWh	4393	5869
Produção térmica (P_t) — MWh . .	431	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	4824	5869
Utilização da ponta (U) — horas	16,8	17,6
Factor de carga (α)	0,70	0,73
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,34	0,41



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Venda Nova	69,8	53,2
Salamonde	9,7	34,7
Caniçada	21,4	63,7
Guilhofrei	1,1	13,5
Lagoa Comprida	14,1	47,9
Santa Luzia	12,0	35,7
Cabril	159,7	48,1
Castelo do Bode	145,2	88,5
Pracana	3,5	33,9
Póvoa	6,4 (2)	48,4
Total	444,9	55,9

Notas:

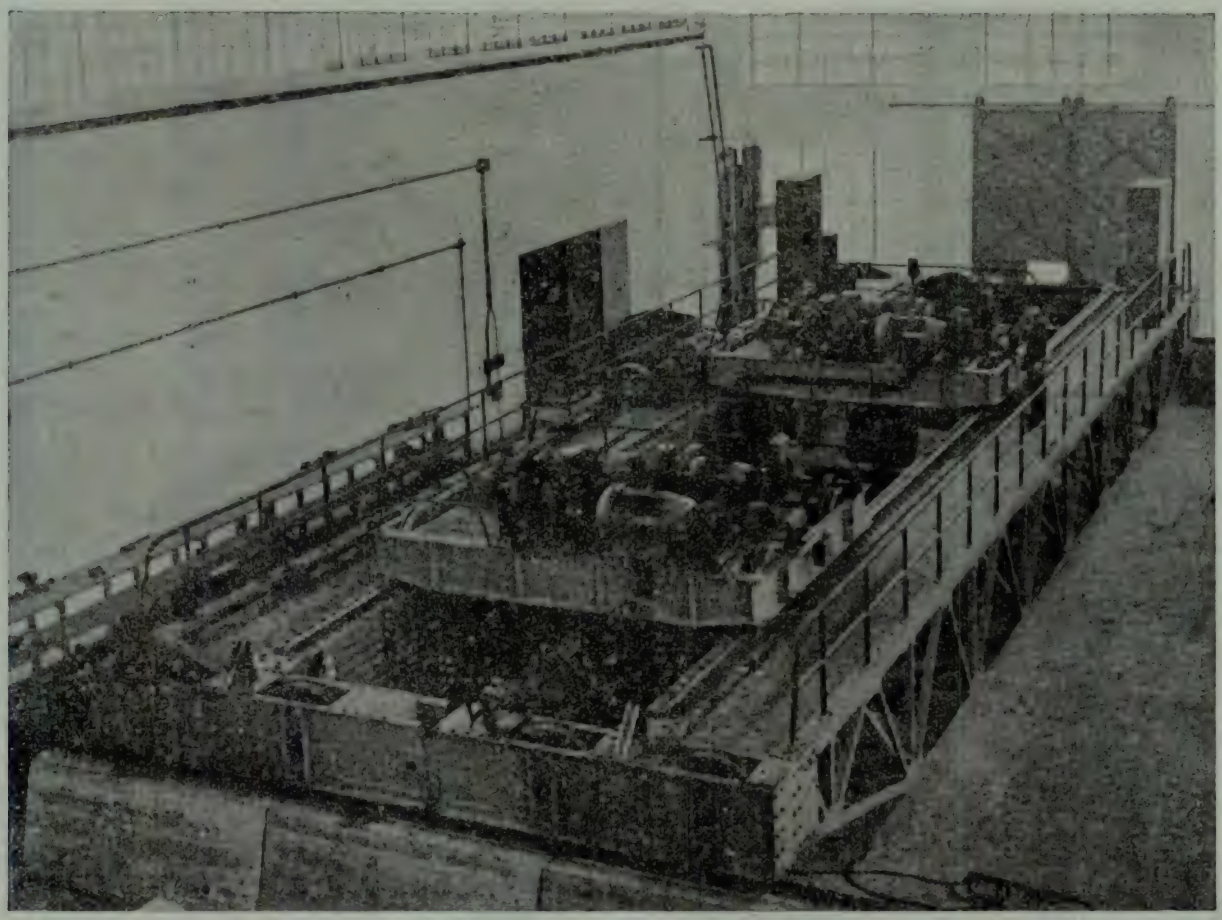
(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido como se indica na nota correspondente ao mês de Agosto de 1956.

(2) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio.

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal



Ponte rolante de 120 T. e 19 m de vão com 2 carros de movimentos sincronizados, destinada à movimentação de locomotivas nas Oficinas dos Caminhos de Ferro de Lourenço Marques

●

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES
GUINDASTES
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS
APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS
CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

TELEF 20334-LISBOA

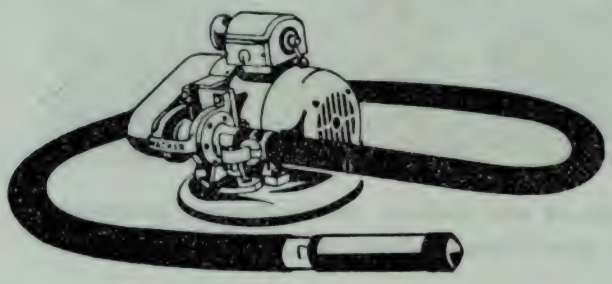
EQUIPAMENTOS para:

- indústria alimentar
- indústria farmacêutica
- indústria metalúrgica
- indústria química

CONSULTE OS NOSSOS SERVIÇOS TÉCNICOS E COMERCIAIS, SEM COMPROMISSO, SEMPRE QUE DESEJE ADQUIRIR EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

Sociedade Avanço Limitada

O vibrador eléctrico WACKER, tipo IRTA



Caracteriza-se pelo seu elevado rendimento e robustez

— Capacidade até 15 m³ de betão / hora.
— 9.000 vibrações / minuto.
— Agulhas vibradoras intercambiáveis de 35, 50 e 75 mm ø.

Vibradores e vibro-aplicadores em stock na:

DELEGAÇÃO PORTUGUESA

S. I. M. E. T.

Sociedade de Intercâmbio Mercantil e Equipamento Técnico, Lda.

Rua Rodrigues Sampaio, 21, 3.º - porta B — LISBOA
Telef. 5 88 82 — Teleg. "SIMETEL"

SAINT-GOBAIN

SAINT-GOBAIN

CLORETO DE POLIVINIL:

GOBINYLE — resinas puras

LUCOLENE — pós para moldação

LUCANOL — colódios vinílicos

LUCOFLEX — placas e barras rígidas

★

SILICONES

da S.I.S.S, fluidos, compostos, gorduras, vernizes e resinas.

★

PRODUTOS ORGÂNICOS:

Anidrido ftálico.
Acidos maleico, fumárico, sucínico, málico.
Sucinamida.
Diciandiamida.

★

AGENTE DE VENDAS:

SANTOS, MOUTA, LIMITADA

Praça do Municipio 267-5º
PORTO (tele.20895)

Rua do Instituto Industrial 18-3º
LISBOA (telef. 663196/667534)

O. P. G. Paris 5673.8.56

SAINT-GOBAIN

- 1bis, Place des Saussaies, PARIS-8e

C. D. U. 621.22:621.311.161

Melhor aproveitamento da energia das águas nos aproveitamentos de albufeira em regime de interligação

PELO ENG.º ELECTR. (I. S. T.) ROGÉRIO MARTINS

O presente artigo constitui a parte teórica dum trabalho realizado pelo autor, nos meses de Maio e Junho de 1953, na Companhia Nacional de Electricidade, Serviços do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.), no decurso do estágio regulamentar de fim de curso. Não se publica a parte de aplicação prática desse estudo devida a poder ser julgado menos conveniente a divulgação, por parte do autor, dos elementos concretos sobre as albufeiras nacionais de que dispõe o R. N. C.; será substituída por um próximo artigo, onde se apresentarão exemplos da aplicação possível dos métodos apresentados a albufeiras puramente fictícias.

A demora na publicação deste artigo tem origens simplesmente privadas, mas considerou-se que, como contribuição ao estudo destes problemas, o seu interesse, por menor que seja, subsiste; afloram-se com efeito conceitos que parecem fecundos e a própria noção de coeficiente de qualidade teve a honra de ter sido considerada útil pelos Serviços do R. N. C.

É a estes, na pessoa do Sr. Eng.º Ivo Gonçalves, que o autor exprime os seus agradecimentos pela franqueza e o estímulo que nos dispensou; e se isso merecesse fazer-se, seria este trabalho dedicado ao Sr. Eng.º Sidónio Paes, cujo interesse amigo e entusiasta e crítica pertinente e justa foram invulgarmente preciosos — com o terem sido também um exemplo grato de uma coisa rara na nossa terra, que é o autêntico espírito de cooperação intelectual.

I. Posição do problema

1.

a) Dados dois aproveitamentos, com determinadas características de armazenamento e regime de caudais afluentes, é pedido ao conjunto o fornecimento de uma certa energia num dado intervalo de tempo; qual a maneira de conseguir o melhor aproveitamento das águas afluentes, em face deste pedido e daqueles condicionamentos?

É este o problema que se procurou resolver; e é equivalente à determinação do melhor regime de variação da água nas albufeiras (enchimento-esvasiamento) ou do regime que corresponde a obter a melhor poupança da energia do conjunto ao longo dum certo intervalo.

A sua solução levou-nos a um método simultâneamente rigoroso para estudos analíticos teóricos e flexível para «control» cómodo na prática.

b) Sejam duas albufeiras de bacias independentes; interessam-nos as seguintes grandezas:

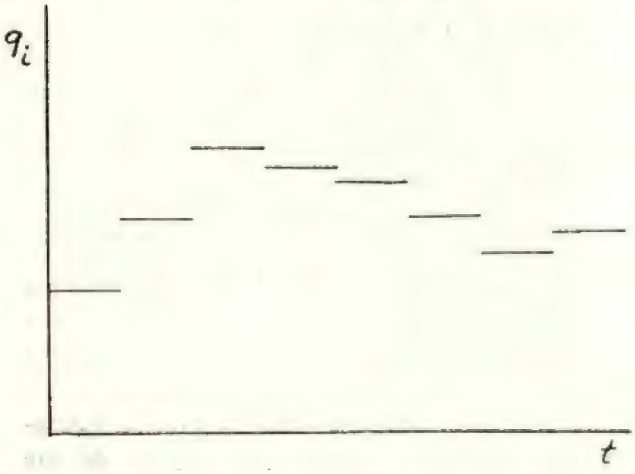
V_i volume de água armazenada na albufeira *i*, função do tempo *t*. $V_i = f(t)$ — conhecido pràticamente em função da cota na albufeira

p_i produtividade da água (relação kWh/m³) da albufeira *i*.

É uma função de V_i (portanto de t) cuja expressão analítica $p_i = f(V_i)$ se pode determinar;

q_i caudal afluente médio à albufeira *i* relativo a um certo intervalo de tempo.

Estamos portanto supondo que a variação de q_i no tempo é do aspecto



o que é válido para o rigor que pretendemos, além de ser cómodo: são valores médios que têm significado e a estatística fornece. (O rigor aliás depende do intervalo em relação ao qual a média é calculada).

G energia pedida ao conjunto das albufeiras no intervalo *dt*.

$$G = \frac{dE}{dt}$$

A parcela de G correspondente à energia afluente.

D parcela de G correspondente ao desarmazenamento.

c) Partimos das seguintes equações:

$$G = p_1 \left(q_1 - \frac{dV_1}{dt} \right) + p_2 \left(q_2 - \frac{dV_2}{dt} \right) \quad (1)$$

É uma equação inteiramente geral, válida quer para o esvaziamento quer para o enchimento (supondo apenas, neste último caso, que não há descarregamentos).

A água utilizada em produzir energia é com efeito a diferença entre a que chega e a que se armazena, supondo $\frac{dV_i}{dt} > 0$; se $\frac{dV_i}{dt} < 0$, junta-se à afluente a que foi desarmazenada.

Teremos ainda

(1 a) $G = A + D$

(1 b) $A = p_1 q_1 + p_2 q_2$

(1 c) $D = - p_1 \frac{dV_1}{dt} - p_2 \frac{dV_2}{dt}$

Ora num dado instante, as albufeiras encontram-se em determinada situação com certos valores de p_i e de q_i; a potência pedida G é também fixada. Nestas condições, A é conhecido, e $D = G - A$ também.

Para satisfazer este D, $\frac{dV_1}{dt}$ e $\frac{dV_2}{dt}$ devem tomar certos valores; isto é, o volume das albufeiras deve variar; e como é óbvio, há infinitas possibilidades de se dar essa variação satisfazendo todas à equação (1 c).

Está-se diante do problema de escolha fundamental: em face da situação presente, de que modo actuar, ou seja, de que modo variar os níveis das duas albufeiras para que daí resulte o melhor aproveitamento dos recursos energéticos?

O problema só se aclarou quando se concluiu que não era um problema de máximos e mínimos (no sentido da Análise), relevando do cálculo variacional, pois se trata de formas lineares; e quando a definição de certas noções levou à elaboração do «critério de óptimo» que a seguir se apresenta.

Consideremos, com efeito, o termo A. Supondo a permanência dos caudais afluentes, o valor de A varia de um instante para outro devido à variação dos p_i; e esta resulta da variação dos V_i.

Esta variação de A

$$h = \frac{dA}{dt} = q_1 \frac{dp_1}{dt} + q_2 \frac{dp_2}{dt} \quad (2)$$

é a «depreciação» ou a «valorização» da energia afluente conforme for negativa ou positiva: isto é, conforme os $\frac{dp_i}{dt}$ forem negativos ou positivos, resultando das cotas nas albufeiras terem descido ou terem subido. Logo, da escolha dos $\frac{dV_i}{dt}$ depende o valor de *h*; de todas as soluções de *D*, interesse a que corresponde ao valor de *h* mais conveniente.

Parece lógico, então, adoptar-se o seguinte critério:

«Num dado instante os valores de $\frac{dV_i}{dt}$ que se devem escolher são os que, satisfazendo a *D*, arrastam para *h* o maior valor algébrico possível; o que corresponde, no caso de *h*, poder ser positivo, à maior valorização, no caso de ter de ser negativo, à menor depreciação de energia das águas afluentes».

É evidente que este critério, que corresponde a aproveitar o melhor possível o caudal que chega, corresponde «ipso facto» a poupar do melhor modo a água que se tem acumulada; satisfazê-lo em cada instante é a exploração ideal.

Convém dar a *h* o aspecto

$$(2') \quad h = q_1 \frac{dp_1}{dV_1} \cdot \frac{dV_1}{dt} + q_2 \frac{dp_2}{dV_2} \frac{dV_2}{dt}$$

O sistema que interessa o problema é então

$$\begin{cases} D = -p_1 \dfrac{dV_1}{dt} - p_2 \dfrac{dV_2}{dt} \\ h = q_1 \dfrac{dp_1}{dV_1} \dfrac{dV_1}{dt} + q_2 \dfrac{dp_2}{dV_2} \dfrac{dV_2}{dt} \end{cases} \qquad (3)$$

Trata-se dum sistema a valores instantâneos.

No instante que se considera, D é conhecido, pois depende só da situação em que se está e da potência que de fora se pede (1 a); varia, provàvelmente, de instante para instante: $D = f(t)$.

Do mesmo modo são conhecidos os q_i e $\dfrac{dp_i}{dV_i}$, função só da situação.

Quer-se achar $\dfrac{dV_1}{dt}$ e $\dfrac{dV_2}{dt}$ que tragam para h o maior valor algébrico possível.

d) Vamos considerar em primeiro lugar que as albufeiras se encontram inicialmente cheias (o que corresponde a começar pela análise da situação que se inicia em meados de Maio e vai até Novembro aproximadamente, o regime de desarmazenamento num ano medianamente húmido), e que o pedido de energia feito ao conjunto é superior ou quando muito igual ao que os caudais afluentes podem dar; isto é, $D \leqslant 0$; é a situação real actualmente na nossa rede.

Como as albufeiras não podem encher mais, é evidente que no instante inicial $\dfrac{dV_i}{dt} \leqslant 0$.

Façamos

$$\frac{dV_i}{dt} = x_1 \qquad q_1 \frac{dp_1}{dV_1} = m_1$$

$$\frac{dV_2}{dt} = x_2 \qquad q_2 \frac{dp_2}{dV_2} = m_2$$

Vem

$$(3') \begin{cases} D = -p_1 x_1 - p_2 x_2 \\ h = m_1 x_1 + m_2 x_2 \end{cases}$$

Tem-se

$$x_1 = \frac{D + p_2 x_2}{-p_1} \qquad (4)$$

$$h = x_2 \left(m_2 - m_1 \frac{p_2}{p_1} \right) - \frac{m_1 D}{p_1} \qquad (5)$$

Dois casos se podem dar agora, conforme o sinal do coeficiente de x_2, e distinguiremos desse modo dois regimes: o regime I, $m_2 > m_1 \dfrac{p_2}{p_1}$ o regime II, $m_2 < m_1 \dfrac{p_2}{p_1}$.

No plano (h 0 x_2) a equação (5) representa uma recta

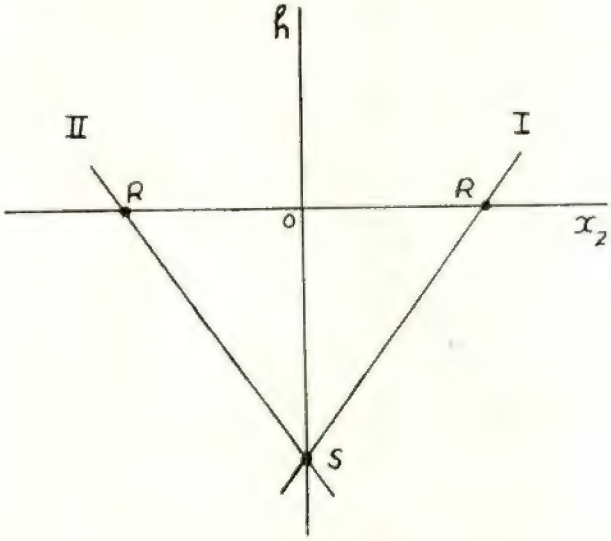


Fig. 1

$$S = -\frac{m_1}{p_1} D \qquad R = \frac{m_1 D}{m_2 p_1 - m_1 p_2}$$

definida pelos pontos S e R; conforme se trate do regime I ou II assim a recta tomará uma ou outra inclinação.

Comecemos pelo regime I:

2. Regime I

a) *Regime I com ambas albufeiras inicialmente cheias*

O que caracteriza o regime é

$$\frac{m_2}{p_2} > \frac{m_1}{p_1} \qquad (6)$$

No instante inicial que consideramos (albufeiras cheias), temos a sujeição

$$x_1 \leqslant 0 \qquad x_2 \leqslant 0$$

O maior valor algébrico que nestas condições, h pode tomar é o ponto de abcissa nula, S.

A solução do sistema (3'), nestas condições, é portanto

$$x_2 = 0$$

$$x_1 = -\frac{D}{p_1} < 0 \qquad (7)$$

vindo como consequência

$$h = -\frac{m_1 D}{p_1}$$

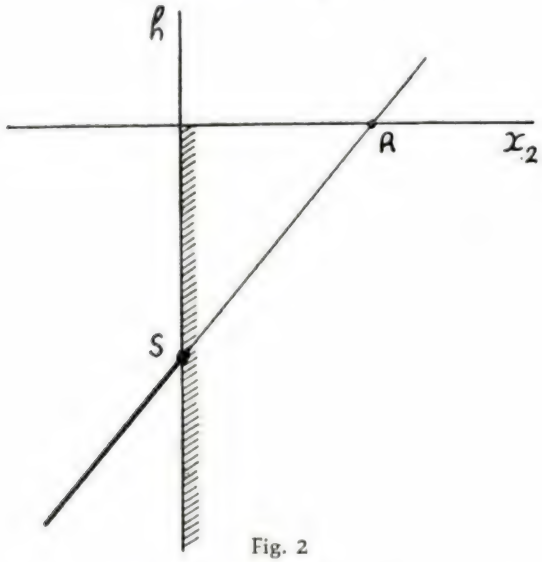


Fig. 2

Isto é: desde que $D \neq 0$ (pede-se ao sistema mais energia que a afluente), e ambas as albufeiras estão cheias, o regime que corresponde ao critério óptimo implica que a albufeira 2 mantenha o seu nível ($x_2 = 0$, não desarmazene), e todo o desarmazenamento seja feito pela albufeira 1 ($x_1 < 0$).

A depreciação da água afluente é, deste modo, a menor possível.

Qualquer outro modo de esvaziar as albufeiras, correspondendo a um ponto possível da recta h, dá um valor de h menor, isto é, um $|h|$ maior, logo uma maior depreciação.

Olhando o diagrama da fig. 2, vê-se por outro lado a impossibilidade de melhorar a depreciação h, de a anular por exemplo: qualquer ponto à direita de S corresponde a um $x_2 > 0$, logo a um enchimento em 2, o que é impossível porque, por hipótese, ambas as albufeiras estão cheias.

Não há dúvida portanto que a solução indicada é a única solução do problema.

Consideremos agora o instante seguinte. Devido à acção esquematisada pelas equações (7), a situação das albufeiras é diferente; 2 manteve-se, 1 esvaziou um tanto. Mas suponhamos que, para essa situação nova, a equação (6) se mantém, isto é

$$\frac{m_2}{p_2} > \frac{m_1}{p_1}$$

Então o raciocínio repete-se.

A recta h continua tendo um andamento semelhante ao da fig. 2; continuará a ser conveniente que x_2 seja positivo para se ter uma depreciação h menor, ou mesmo o seu anulamento, e isso continuará a ser impossível porque 2 está cheio e não suporta senão $x_2 \leqslant 0$.

Portanto a solução do sistema (3') é ainda (7)

$$x_2 = 0$$
$$x_1 = -\frac{D}{p_1} < 0$$

correspondendo ao ponto S; a albufeira 2 mantém o nível e 1 esvazia.

E assim, enquanto as condições (6) se mantiverem, o regime óptimo de funcionamento é dado por (7), com uma albufeira, a 1, a esvaziar, e outra, a 2, mantendo o nível e turbinando apenas o afluente.

b) *Coeficiente de depreciação*

Como se vê, o que caracteriza as duas albufeiras uma em face da outra é um certo coeficiente $\frac{m_i}{p_i}$; definimo-lo «*coeficiente de depreciação*», ζ_i

$$\zeta_i = \frac{m_i}{p_i} = q_i \cdot \frac{1}{p_i} \cdot \frac{dp_i}{dV_i}$$

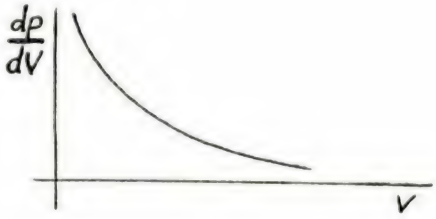
ζ é função de V_i e de q; considerando este último como parâmetro, como temos vindo a fazer, estudemos a variação de ζ com V:

As curvas $p = f(V)$, e uma sua possível expressão analítica, são do tipo seguinte:

$$p = a + \sqrt{bV + c}$$

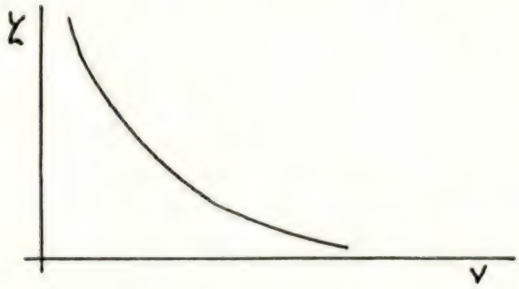
e portanto

$$\frac{dp}{dV} = f(V)$$



$$\frac{dp}{dV} = \frac{b}{2\sqrt{bV + c}}$$

Nestas condições, as curvas $\zeta = f(V)$ são do tipo



c) Podemos agora seguir a variação do regime de esvasiamento em estudo:

Inicialmente

$$\zeta_2 > \zeta_1$$

Então

$$\left| \begin{array}{l} x_2 = 0 \\ x_1 = -\dfrac{D}{p} < 0 \\ h = -\zeta_1 D \end{array} \right.$$

Donde

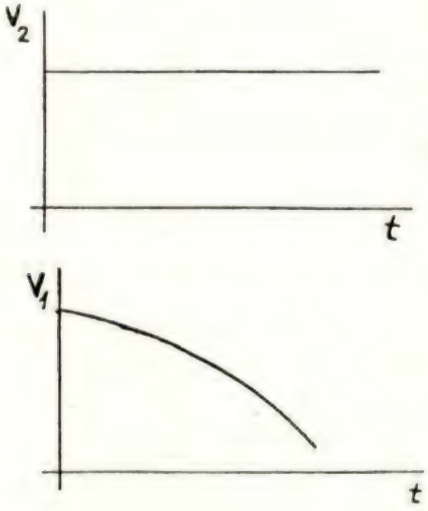
$V_2 =$ constante $\quad \zeta_2 = c^{te} \quad p_2 = c^{te}$

V_1 diminui $\quad \zeta_1$ aumenta $\quad p_1$ diminui

considerando G constante, A diminui, D aumenta, $|x_1|$ *aumenta*, $|h|$ aumenta também.

O regime mantém-se assim até que $\zeta_2 = \zeta_1$: *ponto crítico.*

As curvas de variação dos volumes com o tempo serão



O esvaziamento em 1 vai sendo cada vez maior.

Por sua vez, a depreciação da água vai também sendo maior; com efeito as rectas h vão sendo: (gravura da página seguinte)

$S = -\zeta_1 D$, logo $|S|$ aumenta;

$$R = \frac{m_1 D}{m_2 p_1 - m_1 p_2} = \frac{1}{p_2} . D . \frac{\zeta_1}{\zeta_2 - \zeta_1} \quad \text{aumenta;}$$

a inclinação da recta

$$i = m_2 - m_1 \frac{p_2}{p_1} = p_2 (\zeta_2 - \zeta_1) \quad \text{diminui;}$$

quando se atinge o ponto crítico,

$\zeta_2 = \zeta_1$, a inclinação anula-se

$$i = 0$$

S toma um valor crítico

$$S_c = -\zeta_{1c} D$$

e R vai para o infinito $R = \infty$; a recta de *h* crítico é paralela ao eixo das abcissas, isto é, a depreciação é, no ponto crítico, independente do regime de esvaziamento adoptado.

Mais adiante se estudará em pormenor o regime crítico.

Deste modo esgotámos o caso do Regime I com as albufeiras inicialmente cheias, até se atingir o ponto crítico. A solução encontrada (que adiante se verá englobada numa lei geral muito simples), que consiste em manter a nível constante uma albufeira e esvaziar apenas a outra, tem um possível obstáculo (*): o facto da potência pedida G ser tão elevada que, funcionanando as centrais do modo indicado, não a podessem satisfazer. Então 2 teria também de esvaziar. Mas basta considerar a fig. 2 para concluir que, no caso de x_2 ter de ser negativo, o regime óptimo é o de menor $|x_2|$: isto é, 1 esvaziaria com o máximo caudal turbinável, e 2 apenas o que faltasse para satisfazer G.

(*) Significa-se um obstáculo técnico, dentro do campo da competência das presentes considerações; Vd Crítica, no final do presente trabalho.

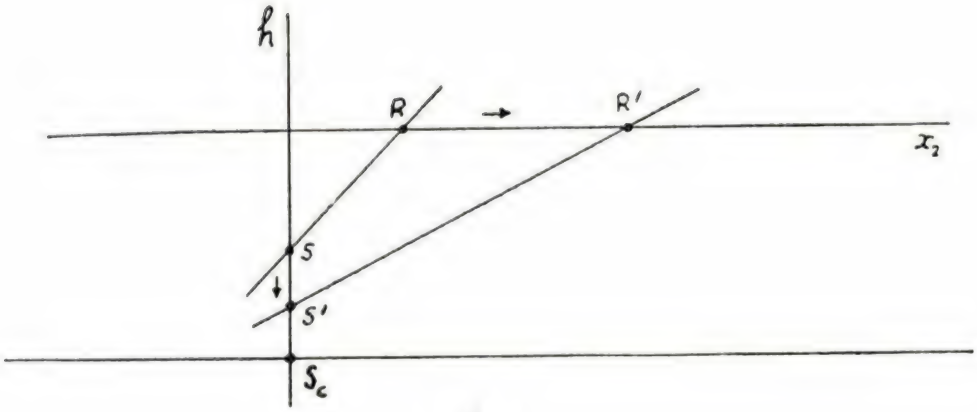


Fig. 3

d) *Regime I sem albufeiras inicialmente cheias*

Ponhamos agora de lado a sujeição mencionada em 1. d), e suponhamos que se têm as albufeiras em níveis quaisquer, em Regime I

$$\zeta_2 > \zeta_1$$

O sistema (3') é ainda válido

$$\begin{cases} D = -p_1 x_1 - p_2 x_2 \\ h = m_1 x_1 + m_2 x_2 \end{cases}$$

e do mesmo modo (4) e (5)

$$x_1 = \frac{D + p_2 x_2}{-p_1}$$

$$h = x_2 \left(m_2 - m_1 \frac{p_2}{p_1} \right) - \frac{m_1 D}{p_1}$$

$$= x_2 . p_2 (\zeta_2 - \zeta_1) - \zeta_1 D$$

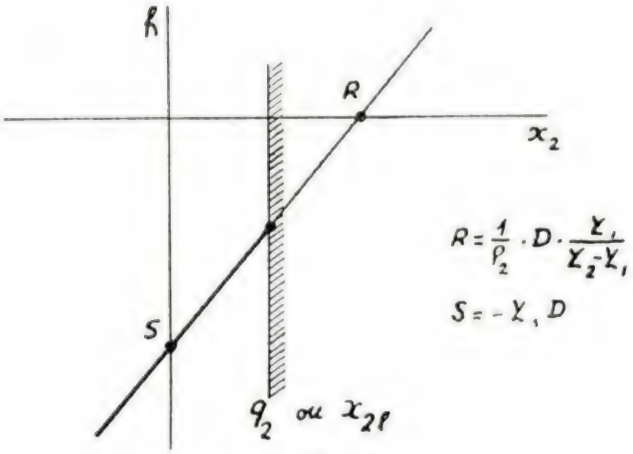


Fig. 4

Convém ainda, segundo o critério de óptimo, ter um h o maior possível, se possível nulo, se possível positivo; isto corresponde a ter $x_2 > 0$, logo a encher 2.

Se 2 enche, 1 tem de esvasiar (dado que $D \neq 0$). O limite no enchimento de 2 é dado por:

q_2 (caudal afluente), se o pedido de energia é satisfeito folgadamente por 1;

se é também pedida energia a 2, devido ao alto valor de D, esse limite é imposto pelo caudal máximo turbinável em 1, correspondendo à parcela que falta para satisfazer D.

Esta limitação, x_{2l}, pode calcular-se como segue:

l_1 — máximo caudal turbinável em 1

$$x_2 = \frac{p_1 (l_1 - q_1) - D}{p_2} \qquad (8)$$

O regime é neste caso:

1 esvazia $x_1 < 0$,
2 enche o mais que for possível (de acordo com a discussão acima) $x_2 > 0$

portanto

V_1 diminui	p_1 diminui	ζ_1 aumenta
V_2 aumenta	p_2 aumenta	ζ_2 diminui

O regime continua até se chegar ao ponto crítico

$$\zeta_2 = \zeta_1$$

ou ao volume V_2 máximo se for alcançado primeiro.

Na 2.ª hipótese, temos o caso já visto anteriormente, I a): 2 estaciona e 1 continua a esvaziar até se atingir o regime crítico. A primeira hipótese será tratada adiante.

As rectas de h têm o mesmo andamento do caso anterior.

Vê-se assim que dadas duas albufeiras, num dado momento, o que verdadeiramente as caracteriza são os seus coeficientes de depreciação; e que, se eles forem diferentes, se deve proceder de maneira que a albufeira de maior coeficiente encha, para que ele diminua, ou quando muito não esvazie; enquanto a de menor depreciação será a que esvazia, se houver, em face do pedido de energia, necessidade de esvaziamento por insuficiência do caudal afluente ou conveniência de exploração. Depois de estudarmos o regime II, que leva a uma conclusão semelhante, enunciaremos a lei geral a que se chega. O regime crítico será estudado em seguida.

3. Regime II

$$\zeta_1 > \zeta_2$$

a) *Albufeiras inicialmente cheias*

$$x_1 \leqslant 0$$
$$x_2 \leqslant 0$$

A análise é a mesma, mantém-se (3'), (4) e (5)

$$h = x_2 \,.\, p_2\,(\zeta_2 - \zeta_1) - \zeta_1 D$$

$$x_1 = \frac{D + p_2\, x_2}{-\,p_1}$$

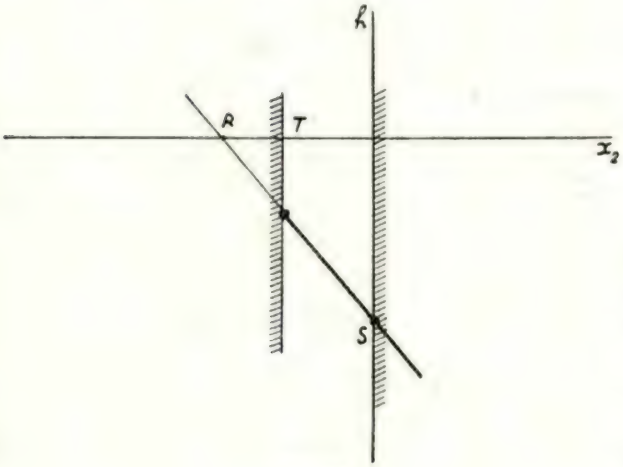


Fig. 5

$$S = -\zeta_1 D$$

$$R = \frac{1}{p_2} \,.\, D \,.\, \frac{1}{\zeta_2 - \zeta_1}$$

$R < O$ neste caso.

De acordo com o critério de óptimo, convém um *h* tão grande quanto se possa, o que se consegue com $x_2 < 0$ tão grande em módulo quanto possível; o limite é dado, neste caso, pela condição $x_1 \leqslant 0$, que impõe $x_1 \leqslant 0$, isto é

$$\frac{D + p_2\, x_2}{p_1} \leqslant 0$$

donde

$$x_2 \geqslant -\frac{p}{p_2} = T$$

Neste caso, portanto, o regime é

$$x_1 = 0$$
$$x_2 = -\frac{D}{p_2}$$
$$h = -2D$$

e isto mantém-se enquanto

$$\zeta_1 > \zeta_2$$

O regime é portanto inteiramente semelhante a I a): a albufeira de maior ζ está parada, a de menor ζ esvazia, e isto mantém-se até os ζ se igualarem.

Tudo o que atrás foi dito em 1 a) se repete agora.

b) Albufeiras inicialmente não cheias.

Neste caso o limite T não existe, 1 pode encher, $x_1 > 0$.

O limite para x_1 é q_1 ou, no caso de se ter de esvaziar em 1 em face do valor de G, x_{11}, correspondente ao máximo caudal turbinável em 2.

Tal como em Id) deve caminhar-se para o ponto crítico com a maior velocidade; não porque o regime crítico seja na prática em si o melhor, mas porque seguir esta linha de exploração corresponde à menor depreciação.

(Podemos já entrever que o estado crítico não é na prática o melhor porque o que na realidade se tem são aproveitamentos com ζ diferentes e a igualização só se consegue pelo maior, visto se estar condicionado, do outro lado, pelos volumes máximos).

c) A análise 3 era escusada, dado que nenhuma albufeira era preferencial no estudo que se fizera em 2; mas serviu para se mostrar como se comporta o método de cálculo usado.

Podemos agora entrar pròpriamente no âmago do método que se preconiza.

II. Coeficiente de qualidade χ.

Primeira Regra

4.

a) O uso do coeficiente de depreciação ζ apresenta-se com inconvenientes de ordem psicológica.

Sendo caracterizado em dado instante por ele, um aproveitamento está em tanto piores condições quanto maior ζ for; então, como se viu, o que se impõe é subir o nível da albufeira para ζ descer.

Armazenar água é descer ζ, e desarmazená-la é subi-lo; e esta relação de crescimento inverso entre o coeficiente e a riqueza energética da albufeira não parece aconselhá-lo para a clareza dos raciocínios.

b) Por isso se recorreu ao seu inverso, que se definiu como *coeficiente de qualidade* χ

$$\chi = \frac{1}{\zeta} \qquad \chi = \frac{1}{q} \cdot p \cdot \frac{dV}{dp} \qquad (9)$$

A designação foi escolhida porque, de facto, χ indica a qualidade da situação duma albufeira num dado instante, em relação às outras; quando a água sobe, χ aumenta, e entende-se que, de duas albufeiras trabalhando em conjunto, se deva usar primeiro a água armazenada na que, de momento, tem maior coeficiente de qualidade.

c) *Dimensões, fórmula e unidade*

χ tem as dimensões dum tempo:

$$[p] = [E]\,[V]^{-1}$$

$$[q] = [V]\,[T]^{-1}$$

$$[\chi] = [V]^{-1}\,[T]\,[E]\,[V]^{-1}\,[V]\,[E]^{-1}\,[V] = [T]$$

As unidades usuais são:

p kWh/m³

v Hm³ (= 10⁶ m³)

q m³/s

Se substituirmos directamente na fórmula (9), viria χ em 10^6 s; e, para valores da ordem de grandeza dos das albufeiras com que o R. N. C. trabalha, números da ordem de

$$\chi = 1{,}5 \cdot 10^3 \ (10^6 \text{ s})$$

Parece mais conveniente usar números mais pequenos, neste caso só o 1,5, portanto escolher para unidade de χ o 10^9 s.

Propõe-se para nome desta unidade *rep* (sons iniciais do R. N. C.).

Teremos portanto:

Unidade do coeficiente de qualidade

$$1 \text{ rep} = 10^9 \text{ segundos}$$

Pode definir-se concretamente do seguinte modo: o coeficiente de qualidade que tem num dado instante uma albufeira em que

$$p = 1 \text{ kWh/m}^3$$

$$q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{dV}{dp} = 10^3 \quad (10^6 \text{ m}^3/\text{kWh/m}^3) \;<>\; \frac{dp}{dV} = 10^{-3}$$

isto é, 0,001 por 10^6 m³, próximo dos valores usuais,

vale $\chi = 1$ rep

Para usos práticos, a formula (9) deve portanto tomar o aspecto

$$\chi = 10^3 \cdot \frac{1}{q} \cdot p \cdot \frac{dV}{dp} \qquad (9')$$

vindo χ em rep

q m³/s

p KWh/m³

V 10^6 m³ (= Hm³)

d) Na expressão de χ entram duas espécies de factores: um que depende só do nível da água na albufeira, $p \frac{dV}{dp}$, e outro, $\frac{1}{q}$, que é independente desse nível e sobre o qual não se pode exercer nenhuma acção nem ter, «à priori», nenhum conhecimento que não seja probabilístico.

Chamaremos ao 1.º factor X «précoeficiente de qualidade», de modo que a fórmula (9') se escreve:

$$\chi = 10^3 \cdot \frac{1}{q} \cdot X \qquad (9'')$$

É todavia mais cómodo calcular X (dimensões dum volume)

$$X = p \frac{dV}{dp} \qquad [X] = [V]$$

não em 10^6 m^3, mas em 10^9 m^3, de forma que (9″) se escreve

$$\chi = \frac{1}{q} \cdot X \qquad (9''')$$

com

χ rep
q m^3/s
X 10^9 m^3 (= km^3)

A vantagem desta observação é que se pode construir para cada albufeira uma tabela de X, do mesmo modo que existe uma de p e outra de V e de E, e a determinação do χ se torna, deste modo, extremamente simplificada: para se saber qual o coeficiente de qualidade de uma albufeira em determinado dia (e, se tanto se quiser, a determinada hora) basta saber qual o seu nível a essa hora e procurar na tabela o X correspondente; e saber além disso o caudal médio nessa época (pode ser um caudal médio semanal, por exemplo, se houver elementos que no-lo dêm). Como se vê, o controle é extremamente cómodo.

Em nota, é interessante lembrar que, de facto, como $dE = pdV$, o précoeficiente é $X = \frac{dE}{dp}$ sendo E a energia armazenada. Como as tabelas de E e p têm ΔE e Δp por metro, a inscrição de X nessas tabelas é imediata (basta prestar atenção às unidades).

Uma propriedade importante do X é ser independente do rendimento previsto para a exploração de albufeira, de que depende p.

Com efeito, p é linear nesse rendimento ρ, e no cálculo de X

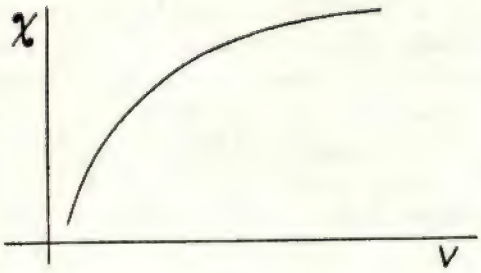
$$X = p \frac{dV}{dp}$$

o ρ desaparece.

X depende só das características físicas da albufeira.

e) *Variação de χ com V*

Supondo q parâmetro, e como $\chi = \frac{1}{\zeta}$, podemos utilizar os resultados de 2.b) para ter ideia da variação de χ com V:



$$\chi = \frac{1}{q} p \frac{dV}{dp}$$

χ aumenta com V, ràpidamente para valores baixos de V e depois mais lentamente.

f) *Primeira Regra*

Pode-se agora enunciar, em face da análise e das definições atrás feitas, a 1.ª a Regra de exploração óptima, do ponto de vista energético, de duas albufeiras em conjunto:

Preliminar

«A um dado nível corresponde, em cada albufeira, um précoeficiente de qualidade X (que só depende das características construtivas da albufeira, e do nível); a partir desse précoeficiente e do caudal afluente define-se um coeficiente de qualidade χ.

Primeira Regra

«Dadas, num certo instante, duas albufeiras com χ diferentes, o critério de exploração do conjunto a que corresponde o fornecimento de uma certa energia pedida com aproveitamento óptimo da água (afluente e armazenada), é o que consiste em encher o mais possível (ou, se estiver já cheia, em conservar no nível máximo) a albufeira de menor χ, sendo o esvaziamento, se houver necessidade de tal, feito na albufeira de maior χ».

Os coeficientes de qualidade diminuem quando se esvazia, como acima se viu, e seguindo a I a. Regra tem-se portanto que a albufeira inicialmente de maior χ vê o valor do seu coeficiente diminuir enquanto a outra o vê aumentar (se foi possível enchê-la mais), ou quando muito manter-se.

Em determinado momento, os dois coeficientes igualam-se; a regra então passa a ser outra, a Segunda Regra adiante exposta.

Dada a facilidade do cálculo de χ, para mais aumentada pelas tabelas X, pode por exemplo calcular-se diàriamente, em face das informações da central (nível, caudal afluente) o χ, e assim controlar-se a marcha óptima de exploração dia a dia, vendo avizinhar-se o ponto crítico, que aliás depende das condições iniciais e do regime seguido.

g) *Variação de χ com o caudal*

$$\chi = \frac{1}{q} \cdot p \frac{dV}{dp}$$

Quando o caudal q aumenta, χ diminui: significa que não deve esvaziar-se a albufeira onde o caudal afluente tem, relativamente, valores mais importantes. À medida que q diminui, todavia, o χ aumenta, e torna-se ∞ quando o caudal afluente cessa. Isto significa que não há interesse, do ponto de vista da economia da produção (*), em guardar água nos sítios onde não há caudal afluente. (Isto interessa sobretudo para as épocas de estiagem como as que sofrem as nossas albufeiras).

III. Regime crítico

Segunda Regra

5.

Temos agora

$$\chi_1 = \chi_2$$

Vamos ver que, se a energia pedida é menor que a afluente, se pode encher; se é maior, tem de se esvaziar; em qualquer dos casos, deve fazer-se isso de tal modo que a igualdade dos χ se mantenha.

Com efeito, se se explora de modo que um χ suba em relação ao outro, isso quer dizer (Vd. a curva de variação $\chi = f\ (V)$) que se está enchendo a respectiva albufeira proporcionalmente mais que a outra, ou proporcionalmente esvaziando menos; isto é, que se está enchendo menos ou esvaziando mais a de χ menor. Ora o melhor regime é aquele em que se enche mais ou esvazia menos a albufeira de menor χ. Todos os pontos vizinhos do crítico são portanto piores que ele, o ponto crítico é do ponto de vista da exploração um ponto de equilíbrio estável.

Uma vez atingido deve manter-se portanto $\chi_1 = \chi_2$, para o que os volumes se regularão convenientemente. A depreciação da água é dada por

$$h = -\frac{D}{\chi} \qquad \chi_1 = \chi_2 = \chi$$

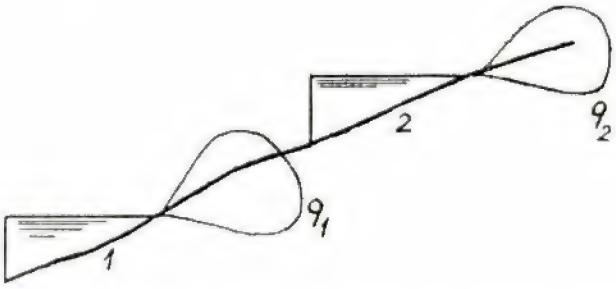
e varia com χ; se χ diminui, h aumenta, a depreciação é maior; é normal, a um esvaziamento corresponde uma menor utilização do afluente.

A *Segunda Regra* pode portanto enunciar-se: «Quando duas albufeiras têm, num dado instante, coeficientes de qualidade iguais, o regime de melhor aproveitamento daí por diante é o que mantém essa igualdade».

IV. Caso de duas albufeiras em cascata

6.

a)



No caso de duas albufeiras em cascata, dada a influência mútua, os coeficientes χ sofrem uma certa modificação.

A eq. (1) é substituída agora pela equação

$$G = p_2\left(q_2 - \frac{dV2}{dt}\right) + p_1\left(q_1 - \frac{dV1}{dt} + q_2 - \frac{dV2}{dt}\right) \qquad (10)$$

onde as letras têm o mesmo significado (q_1 e q_2 referem-se ao caudal afluente próprio de cada albufeira, isto é, o q_1 não engloba o q_2). A equação foi escrita desprezando (o que é lícito para a nossa aproximação e salvo casos excepcionais) o atraso da água no trajecto da saída da albufeira 2 até chegar à albufeira 1 (supomos um percurso instantâneo).

(*) Vidé nota anterior.

O sistema (3) é agora

$$\begin{cases} D = G - A = -p_1 \dfrac{dV_1}{dt} - (p_1 + p_2) \dfrac{dV_2}{dt} \\ h = \dfrac{dA}{dt} = \dfrac{d}{dt} [p_2 q_2 + p_1 (q_1 + q_2)] = \\ \quad = q_2 \dfrac{dp_2}{dV_2} \dfrac{dV_2}{dt} + (q_1 + q_2) \dfrac{dp_1}{dV_1} \dfrac{dV_1}{dt} \end{cases} \quad (11)$$

Mas há aqui um ponto delicado que cumpre frisar. *A* não representa agora a energia afluente «real» às albufeiras, mas a energia afluente «potencial».

Com efeito, o que efectivamente corresponde à água que entrou em cada albufeira é

$$A_R = p_2 q_2 + p_1 \left(q_1 + q_2 - \frac{dV_2}{dt} \right) \quad (11\,a)$$

visto na albufeira 1 entrar além do seu caudal afluente q_1, apenas o caudal turbinado em 2, que é $\left(q_2 - \dfrac{dV_2}{dt} \right)$. Dizemos energia afluente «potencial» no sentido de ser a máxima energia «real» que se pode ter a partir dos caudais das duas bacias, bastando para tal que todo o q_2 seja turbinado para a albufeira 1.

Parece-nos que esta observação não invalida a escolha das equações que formam o sistema (11). Com efeito, o que chamamos «energia afluente potencial» é de facto a energia que chega ao conjunto das duas albufeiras, num dado instante, independentemente de ser ou não aproveitada nesse instante por completo, o que depende da exploração de montante; pois a todo o caudal q_2 que chega a montante corresponde não só uma certa produtividade de água (e portanto uma certa potência) em 2 mas também em 1. Querer que o conjunto das albufeiras esteja numa situação que valorize o mais possível esta energia potencial parece-nos continuar a ser um critério de óptimo admissível.

Por outro lado, pense-se que adoptar a forma A_R arrasta para o termo desarmazenamento uma forma

$$D_R = G - A_R = -p_1 \frac{dV_1}{dt} - p_2 \frac{dV_2}{dt} \quad (11\,b)$$

menos exacta que a de (11); o que não admira, visto o que caracterisa (11 a) é justamente ter-se introduzido no conceito de energia afluente a variação do armazenamento de montante. A forma de D em (11) corresponde com mais justeza que em (11 b), à variação da energia armazenada, no conjunto das duas albufeiras; e como sabemos que a solução do sistema (11) nos dá a sucessão de situações para as quais D é o menor possível, parece não dever hesitar-se em admitir (11) tal como está.

Prosseguindo portanto, e fazendo a habitual mudança de variáveis

$$\frac{dV_1}{dt} = x_1 \qquad \frac{dV_2}{dt} = x_2$$

vem finalmente (compare-se com 3')

$$\begin{cases} D = -p_1 x_1 - (p_1 + p_2) x_2 \\ h = (q_1 + q_2) \dfrac{d p_1}{d V_1} x_1 + q_2 \dfrac{d p_2}{d V_2} x_2 \end{cases} \quad (11\,c)$$

Fazendo uma análise semelhante à já conhecida, vem, por fim (compare-se com 5)

$$h = \left[q_2 \frac{d p_2}{d V_2} - \frac{p_1 + p_2}{p_1} \cdot \frac{d p_1}{d V_1} \cdot (q_1 + q_2) \right] x_2 - \\ - \frac{D}{p_1} \cdot \frac{d p_1}{d V_1} \cdot (q_1 + q_2)$$

A inclinação de recta de *h* (por exemplo para ser positiva) depende de ser (seguindo essa hipótese)

$$(q_1 + q_2) \frac{d p_1}{d V_1} \frac{p_1 + p_2}{p_1} < q_2 \frac{d p_2}{d V_2}$$

ou seja

$$(q_1 + q_2) \frac{d p_1}{d V_2} \frac{1}{p_1} < q_2 \frac{d p_2}{d V_2} \frac{1}{p_1 + p_2}$$

À semelhança da maneira como foi definido γ_1, vê-se que, para o caso em estudo, os coeficientes de qualidade têm o aspecto

$$\gamma_1 = p_1 \frac{d V_1}{d p_1} \cdot \frac{1}{q_1 + q_2}$$ relativo à albufeira a jusante

$$\gamma_2 = (p_1 + p_2) \frac{d V_2}{d p_2} \frac{1}{q_2}$$ relativo à de montante

Isto significa, ao cabo, que em 1, a jusante, influi não só o seu próprio caudal afluente mas também o de 2, e que em 2, a montante, a produti-

vidade da água que interessa não é apenas a da sua albufeira, mas a soma da das duas.

Isto mostra que, embora o método preconizado se aplique como veremos a um número indistinto de albufeiras, a posição das quais uma em relação às outras é com exactidão indicada pelos coeficientes χ, há que tomar em conta o facto de haver albufeiras não independentes, mas ligadas em cascata ao longo duma mesma bacia hidrográfica; a inter-influência obriga a modificar a forma de χ.

As duas regras mantêm-se e todas as conclusões: para aplicar o método basta apenas calcular os valores de χ com a forma que têm neste caso.

b) *Generalização*

Se em vez de termos 2 albufeiras em cascata, tivermos mais, torna-se evidente que podemos induzir, a partir dos resultados (13), a forma dos seus χ.

A regra, para o cálculo deste, será:

Regra:

«No cálculo do χ duma albufeira pertencendo a um sistema em cascata deve entrar-se com uma produtividade de água igual à soma da sua com a de todas as outras a jusante e um caudal igual à soma do seu com o de todos os outros a montante».

Numerando de jusante para montante

$$1, 2 \ldots k \ldots n$$

vem

$$\chi_k = (p_1 + p_2 + \ldots + p_k) \cdot \frac{dV_k}{dp_k} \cdot \frac{1}{q_k' + \ldots + q_n} \quad (13')$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{k} p_i}{\sum_{i=k}^{n} q_i} \cdot \frac{dV_k}{dp_k}$$

Por exemplo, para o caso de três albufeiras em linha:

$$\chi_1 = p_1 \frac{dV_1}{dp_1} \frac{1}{q_1 + q_2 + q_3}$$

$$\chi_2 = (p_1 + p_2) \frac{dV_2}{dp_2} \frac{1}{q_2 + q_3}$$

$$\chi_3 = (p_1 + p_2 + p_3) \frac{dV_3}{dp_3} \frac{1}{q_3}$$

Uma das consequências desta regra é a diminuição da importância das tabelas dos X para as albufeiras pertencendo a um sistema em cascata. Enquanto nas albufeiras independentes o X era função só da cota na própria albufeira, agora o X vai ser função também das cotas nas outras albufeiras a jusante, porque destas dependem os p_i.

Na prática, várias possibilidades se podem dar:

a) ou a tabela dos X estava já feita, porque a albufeira trabalhou como independente largo tempo antes de se completarem as outras do seu sistema. Nessa altura, basta adicionar, em cada caso, ao valor que figura nas tabelas (X_o) a correcção correspondente à situação das albufeiras, que se calcula muito ràpidamente.

b) não existia tabela de X. Então pode fazer-se uma tabela de $\frac{dV}{dp}$, e em cada caso multiplica-se o valor conveniente deste pela soma dos p_i.

c) no caso dos p_i de jusante não variarem senão muito pouco, em torno do valor mais frequente, correspondente à exploração mais adequada, pode criar-se uma tabela dos X entrando com esse valor, como se faz com a tabela da energia armazenada, o que dá lugar a um certo erro, que pode ser desprezivel, e tem a vantagem duma solução mais cómoda.

Note-se que estes X duma albufeira de montante já não dependem só das características físicas ou construtivas da albufeira em questão, mas também das das albufeiras de jusante.

c) *Relacionação duma albufeira pertencente a um sistema em cascata com uma independente, ou outra de outro sistema.*

O problema que se nos põe, agora, para a comparação das várias albufeiras entre si, é este: quando as albufeiras são todas independentes, ou se consideram como tal, a fórmula (9) dá-nos os χ respectivos e a sua posição relativa fica determinada; mas quando algumas pertencem a cascatas, como se deve fazer ao compará-las com as outras, ¿usar o χ da fórmula (9), como se fossem independentes, ou o da fór-

mula (13'), em que aparece a sua sugeição a um sistema?

Parece-nos, e por duas razões, que a resposta reside na segunda parte da pergunta.

Deve usar-se o χ da fórmula (13') sempre que uma albufeira pertence a um sistema, porque:

1.º — deste modo um único coeficiente nos chega para determinar a sua posição em relação quer às outras do mesmo sistema, quer às de fora;

2.º — desde que uma albufeira pertence a um sistema, a não ser por inutilização forçada das outras deste sistema, não pode deixar de considerar-se como estreitamente ligada ao conjunto; isto é, de facto as suas águas, depois de turbinadas, continuam tendo valor para todas as albufeiras a jusante, e interessa-lhe não só o caudal que aflui à sua bacia própria mas a todas as bacias a montante; e é justamente esta sujeição que a fórmula (13') mostra.

V. Utilização do método

7.

a) Do que acima fica exposto, se vê que o método se aplica indistintamente a albufeiras de bacias independentes, ou a albufeiras ligadas em cascata; apenas o modo de calcular os χ varia. As Regras Primeira e Segunda aplicam-se com toda a generalidade.

Para um conjunto de n albufeiras quaisquer o método é também imediatamente generalizável, pois se os χ permitem uma comparação de cada duas entre si, sendo independentes do 2.º termo de comparação, e funções só das cotas e dos caudais afluentes, permitem «ipso facto» uma comparação ou tabulação geral. Pode ter-se uma tábua permanentemente em dia da situação relativa das albufeiras através dos seus coeficientes de qualidade.

Podemos dividir as aplicações do método em duas classes: previsões a longo prazo (recorrendo a dados estatísticos) e aferições a curto prazo. De ambas daremos exemplos concretos em futuro trabalho.

b) *Previsões a longo prazo*

Dada a importância do ponto crítico, a partir do qual a regra de exploração muda, apresenta-se com interesse a previsão desse ponto a partir duma situação inicial bem definida; por exemplo, albufeiras cheias (meados de Maio, normalmente).

Parece evidente que as conclusões dessa análise devem influenciar o cálculo das curvas-guia.

O emprego analítico do método não tem dificuldade, uma vez que se conhecem as expressões analíticas dos $p_i = f(V_i)$, a não ser no que respeita à correlação dos caudais entre as várias bacias. Enquanto os caudais afluentes reais mantêm entre si uma correlação próxima daquela com que se trabalha, provinda duma análise estatística, não há erro, mas basta que o regime de águas afluentes mude bruscamente (cheias, secas, alterações inesperadas) para que os cálculos teóricos deixem de ter significado.

Por isso é indispensável prestar a maior atenção às aferições a curto prazo.

c) *Aferições a curto prazo, ou controle prático*

Estas aferições são indispensáveis para se saber se a exploração que se vai conduzindo concorda com as Regras de óptimo.

Como acima ficou explicado, trata-se dum processo de controle extremamente expedito, que semanalmente (intervalo suficiente, excepto nas épocas de muito rápida alteração das condições das albufeiras, como as cheias) nos vai indicando, pela variação dos γ, a marcha a seguir, (Nos períodos de muito rápida variação as dificuldades práticas de aplicação do método serão grandes).

d) Completa a análise da utilização do método proposto o corolário seguinte:

«Para uma dada energia armazenada total, o melhor aproveitamento do caudal afluente dá-se no regime crítico».

Sejam duas albufeiras ($i = 1,2$), com energias armazenadas E_i, produtividades da água p_i, caudais afluentes q_i e potências afluentes P_i.

Tem-se $P_i = p_i\, q_i$, $\Sigma E_i =$ Constante.

Pretende-se achar a situação relativa da água nas albufeiras que conduz ao máximo de potên-

cia afluente, para os mesmos caudais q_i, nas condições enunciadas.

$$\begin{cases} \Sigma E_i = \text{Constante} \\ \Sigma P_i = \text{Máximo} \end{cases}$$

isto é

$$\begin{cases} \Sigma dE_i = 0 \\ \Sigma q_i \, . \, dp_i = 0 \end{cases}$$

ora

$$dE_i = p_i \, . \, dV_i ;$$

isto é

$$\begin{cases} p_1 \, dV_1 = - p_2 \, dV_2 \\ q_1 \, dp_1 + q_2 \, dp_2 = 0 \end{cases}$$

donde

$$\frac{q_1}{p_1} \cdot \frac{dp_1}{dV_1} = \frac{q_2}{p_2} \cdot \frac{dp_2}{dV_2}$$

ou seja

$$\chi_1 = \chi_2$$

Como se queria provar, a melhor maneira de distribuir a energia armazenada, do ponto de vista do melhor aproveitamento energético de caudal que chega, é ter as duas albufeiras em regime crítico.

(A generalização a *n* albufeiras é imediata).

Uma limitação importante restringe a aplicabilidade deste teorema: o dimensionamento das barragens só tornará, frequentemente, possível um regime crítico a que corresponda uma energia total armazenada pequena em relação aos totais armazenáveis possíveis, por exigir num dos aproveitamentos um coeficiente de enchimento excessivamente baixo; o que significa que, na prática, se terá normalmente de trabalhar longe das condições de óptimo técnico; ou ainda que, desde este ponto de vista, as capacidades de algumas albufeiras são mais pequenas em relação às de outras, do que seria de desejar. Reduzido assim a uma posição lateral no conjunto da teoria, este enunciado guarda contudo um valor que reside na contribuição que fornece para uma valorização crítica da exploração real.

VI. Crítica do método

As regras a que se chegou, como os princípios de que derivam e as conclusões que se lhe seguem, têm carácter técnico e validez condicionada pelas próprias fronteiras do problema que se definiu.

Uma exploração de aproveitamentos em regime de interligação tem, além de carácter técnico, um carácter económico, no concreto de certa situação; e nela intervêm não só os factores que cabem dentro das aludidas fronteiras como também factores exteriores a elas, alguns dos quais de características aleatórias; donde, o não ser suficiente, para a adopção dum critério de exploração, a consideração de regras puramente técnicas, mas uma ponderação global de todas as exigências em jogo, a que o bom senso e o sentido de prudência dêem o necessário equilíbrio.

São sem dúvida possíveis muitos progressos, na análise das condições determinantes do problema (e em campos diversos daqueles a que se restringe a consideração do presente trabalho), mas não pode perder-se de vista que no processo de elaboração da solução de exploração mais favorável há necessàriamente um cerne irredutível, que não é equacionável, e é da exclusiva competência do bom senso.

Indicada esta restricção de carácter geral às conclusões a que se chegou, pretende-se indicar nesta última secção, de modo breve, independentemente duma crítica posterior mais cerrada, as exigências de carácter exclusivamente técnico que se situam além das fronteiras do que aqui foi considerado:

1.º — Transposição no tempo de energia armazenada (compensação inter-periodal) e melhor adequação ao desenrolar do regime hidrológico (e às suas irregularidades) do ponto de vista do armazenamento de energia.

A exploração óptima em dado período, que as conclusões do presente trabalho asseguram, não significa necessàriamente que, ao fim desse período, se esteja nas condições óptimas para enfrentar a sucessão do regime hidrológico do ponto de vista de armazenamentos futuros, ou de possíveis secas de distribuição irregular.

A quantidade de energia que convém «guardar» para o futuro não é de nenhum modo indicada pelo presente método; com efeito, ela depende do parâmetro G, que é imposto e sobre o qual se não discute. É depois deste parâmetro, (isto é, a energia a fornecer pelo sistema), ter sido escolhido que começa o domínio

do presente método; como aliás se indica em I. 1 a).

2.º — Segurança geral de serviço da rede, que não aconselha uma deshomogeneidade excessiva a longo prazo na distribuição de energia armazenada nas albufeiras e a curto prazo na distribuição da potência a fornecer por cada central.

3.º — Perdas nas linhas de transporte, que dependem da distribuição geográfica dos aproveitamentos, que aqui se não considerou.

4.º — Exigências de rendimento das centrais, variável em função da carga, com a consequente repercussão nos diagramas a escolher para cada uma (dependendo da potência e número dos seus grupos).

Dentro do seu próprio domínio, o método é exacto e as suas vantagens evidentes.

DO MUNDO TÉCNICO

NOTAS TÉCNICAS

C. D. U. 620.193

Causas da corrosão

II parte — H. Grubitsch. (Chem. Ing. Tech. 28 (1), 9, 1956)

Numa primeira parte deste trabalho expuseram-se as ideias recentes sobre o tipo e causas da corrosão ordinária e a quente num sistema metal-gás; também se estudou a termodinâmica destes processos.

Esta segunda parte refere-se aos sistemas metal--dissoluções e em especial aos fenómenos e motivos que justificam as reacções primárias da corrosão originada por dissoluções electrolíticas neutras.

Contém uma lista extensa de referências bibliográficas.

C. D. U. 669.014.6 : 546.11

Efeitos do hidrogénio sobre as propriedades dos metais

Perlmutter e Dodge (Ind. Eng. Chem., 885, Maio, 1956)

Ainda não está bem estudado este efeito, que pode ser adsorpção, difusão ou dissolução). A experiência incidiu já sobre 50 diferentes combinações especiais, das quais seis foram preparadas pelos autores, sendo as restantes produtos comerciais. Essas ligas foram submetidas à acção do hidrogénio sob pressão durante períodos de tempo de seis horas a sessenta dias. Variaram-se pressões e temperaturas, sendo finalmente as amostras submetidas a ensaios de ductilidade, flexão etc. Os resultados obtidos são indicados por gráficos. O trabalho inclui 52 referências bibliográficas.

C. D. U. 668.811

Corantes aminoantraquinónicos fluorados

J. B. Dickey, E. B. Towne, N. S. Bloom, G. J. Taylor, D. I. Wallace, John Sagar. M. A. Mc. Call, e D. G. Hedberg — Ind. Eng. Chem., 48, 209 — 1956

As aminoantraquinonas-N substituídas são excelentes corantes para o acetato de celulose. Os autores descrevem as sínteses de duas séries destes corantes.

Os corantes da primeira série foram preparados a partir da leucoquinizarina e fluoroalquilaminas, obtidas por sua vez por reacção de fluor com amoníaco.

Os corantes da segunda série preparam-se a partir do 1 — amino, 4 — bromo, 2 — trifluorometilantraquinona e uma hidroxipolietoni-anilina.

C. D. U. 66.067

Ideias sobre a filtração industrial

C. J. Pratt (Ind. Chemist. 31 (368), 452, 1955)

Teoria da filtração e descrição de seis processos de preparação das substâncias a filtrar. Publicar-se-á uma segunda parte dedicada aos aparelhos e suas características.

C. D. U. 661.25

El procedimiento de "contacto húmedo" para la fabricación de ácido sulfúrico

G. Sanchez Marco — Ion n.º 181, pág. 461 — Agosto 1956

Resumem-se nesta trabalho os modernos sistemas de catálise por contacto húmido ($SO_2 \rightarrow SO_3$), descrevendo instalações da Alemanha, Inglaterra, etc.

Menciona-se os antigos processos de catálise para comparar o perigo que tinha nesses processos a não eliminação da água, em contraste com os processos modernos de catálise húmida.

Traz uma bibliografia especializada.

C. D. U. 66.048 [518.3]

Novidades em destilação. Nomogramas para cálculos rápidos

F. Fernández (Ghem. Eng., 62 (2), 182, 1955)

Estes nomogramas são muito úteis para se conhecer com rapidez a maior ou menor dificuldade de separar por destilação fraccionada uma mistura de dois componentes. Os dados a arbitrar são compensados pela facilidade do processo e resultados aproximados que se obtêm. Contém bibliografia.

SECHERON
GENEBRA

Sécheron S 5088

Estator de um pequeno alternador vertical soldado com os electrodos SECHERON SCW

ALTERNADORES
TRANSFORMADORES
SOLDADURA

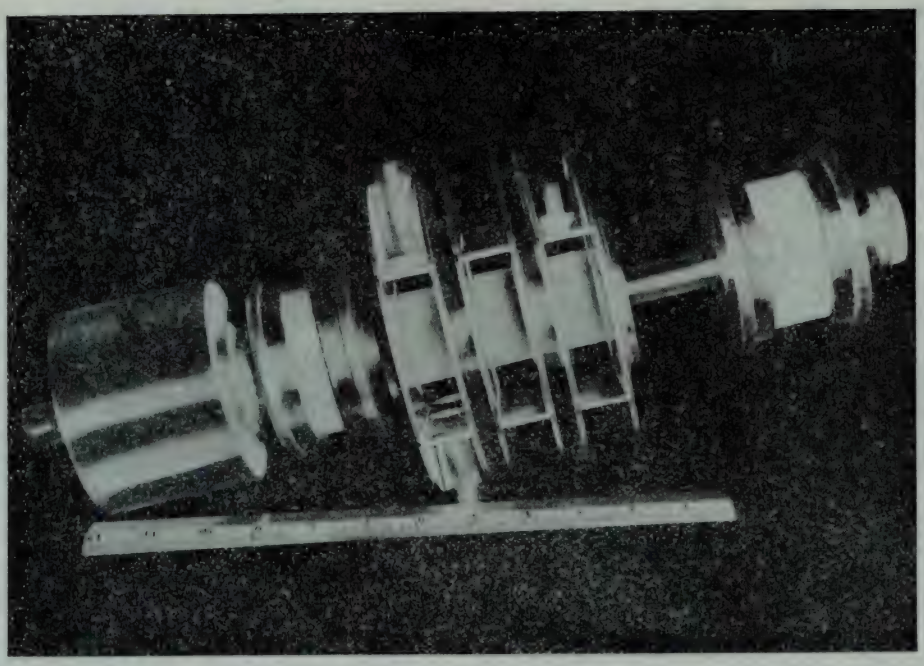
REGULADORES AUTOMÁTICOS DE TENSÃO
RECTIFICADORES DE VAPOR DE MERCÚRIO
TRACÇÃO ELÉCTRICA

Representantes gerais em Portugal:

SOCOTEL, L.DA

Rua de Sá da Bandeira, 651 - 4.º Esq.

Tel. 27013 PPC **PORTO**



Um simples

Klystron "Eimac"

fornece a potência de um kilowatt numa gama de frequência em Onda Contínua de 1.700 a 2.400 Megaciclos

É agora possível obter uma potência de saída de um Kilowatt em onda contínua utilizando o novo KLYSTRON amplificador «EIMAC» tipo 3K2500SG, especialmente construído para um desenvolvimento eficiente nos sistemas de micro ondas.

Este KLYSTRON de três cavidades ressonantes trabalha com um ganho de potência de 1.000 vezes e uma eficiência de 35 a 40 %.

O exclusivo «EIMAC» de cavidades ressonantes externas e janelas de cerâmica, permitem instalar os mais críticos circuitos de R. F. fora do sistema de vácuo.

Dois fácies ajustamentos nos comandos para cada uma das cavidades, asseguram a mais positiva e simples sintonia possível.

A construção de metal e cerâmica com cátodo de óxido de alta eficiência, arrefecimento forçado por ar, garantem ao robusto KLYSTRON 3K2500SG, grande rendimento, eficiência de trabalho e longa duração, características que sempre distinguiram os produtos «ELMAC».

O KLYSTRON 3K2500SG é fornecido com cavidades ressonantes, estrutura magnética, bobines de controle do facho magnético, acoplamento à carga de saída e suporte do sistema de arrefecimento, constituindo assim um sistema completo de circuito amplificador com um único KLYSTRON.

Eimac

EITEL-McCULLOUGH, INC.

SAN BRUNO · CALIFORNIA

The World's Largest Manufacturer of Transmitting Tubes

Representantes:

Telefones 24221 / 24584

Estabelecimentos Herold, L.da

Rua dos Douradores, 7 — LISBOA

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José F. da Silva Pinharanda, Alexandre Gomes Cerveira, Carlos Ramalho Carlos, Alberto Esteves Guerra, Mário da Rocha Frazão e Guilherme Francês Correia

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita*, independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 551.3.053

Acção do tempo e das intempéries nos solos — *Úlpio Nascimento.*

L. N. E. C., 1955, vol. 1, págs. 31.

C. D. U. 621.438 — 226.3 : [536 25]

Couvective Heat Transfer to Gas Turbine Blade Surfaces — *D. G. Wilson* e *J. C. Pope.*

The Institution of Mechanical Engineers, 1954, vol. 1, págs. 16.

C. D. U. 624.131.2

Classificação dos solos — *Abel Simões.*

L. N. E. C., 1955, vol. 1, págs. 32.

C. D. U. 624.131.439.82

Método Rápido para a determinação do Limite Líquido (Aplicação aos solos de Moçambique) — *Maria José Forjaz de Sampaio.*

Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique, vol. 97, págs. 62.

C. D. U. 625.1 : 678.1

Recent French developments in the use of ruber for railways.

British Rubber Development, 1952, págs. 60.

C. D. U. 627.82 — 131.388

Deformability of Foundation Rocks — *Manuel Rocha, Laginha Serafim, F. da Silveira.*

L. N. E. C., 1956, vol. 1, págs. 31.

C. D. U. 627.84.002

Túnel de Caniçada — *Fausto Dinis Henriques.*

Técnica, 1955, págs. 13.

C. D. U. 674 (4) «1955»

L'industrie du Bois en Europe.

OECE, 1955. vol. 1, págs. 134.

C. D. U. 691.11.(063)

Aplicação racional da madeira de pinho na construção civil — *Tomás Mateus.*

L. N. E. C., 1956, vol. 1, págs. 63.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 331.022

Las relaciones humanas en el trabajo — *A. Layret.*

Dyna, 1-955, n.º pág. 2-9.

C. D. U. 331.041 : 387

A importância do factor humano nas actividades portuárias — *H. R. Antunes.*

Revista do Sindicato Nacional dos E. A. A. T., Jan.-Março, 1956, vol. 11, n.º 1, pág. 1-4.

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57

Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

SR. INDUSTRIAL

HÁ MUITA COISA PARA SI NESTE TAMBOR!

HÁ NELE 90 ANOS DE EXPERIÊNCIA

que o ajudarão a aumentar a produção e a baixar o custo

A Mobil Oil oferece um completo serviço de análises, efectuadas em laboratórios privativos, devidamente equipados, com o fim de proporcionar a todos os clientes uma lubrificação eficiente e económica das suas máquinas.
Os produtos Mobil são o resultado de profundos estudos feitos por um corpo especial de engenheiros trabalhando em íntima colaboracão com os construtores de máquinas, de contínuas pesquisas laboratoriais, de uma técnica apurada e, acima de tudo, *representam 90 anos de experiência ao serviço da indústria!*

EXIJA LUBRIFICANTES MOBIL, O PRIMEIRO PASSO PARA UMA PRODUÇÃO ECONÓMICA

Mobil

2808

MOBIL OIL PORTUGUESA

C. D. U. 351.712

Intervenção das autoridadee administrativas no estudo e execução de obras públicas — *Mário J. Ferreira Mendes.*

Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique, Maio-Junho, 1955, vol. 25, n.º 92, pág. 37-52.

C. D. U. 378.9 : 711 (42)

L'enseignement de l'urbanisme en Grand Bretagne — *J. Dering.*

Urbanisme, n.º 49-50, pág. 357.

C. D. U. 515.68

Projecção clinográfica — *Rômulo S. da Fonseca.*

Revista da Escola de Minas, 1-956, vol. 20, n.º 2, pág. 33-35.

C. D. U. 517.431

Operadores vectoriais — *Nassim Nadruz.*

Revista do DAE — S. Paulo, 5-956, vol. 17, n.º 27, pág. 21-38.

C. D. U. 530.12

Sobre a grandeza tempo — *Arthur Barthelmess.*

Revista da Escola de Minas, 9-956, vol. 20, n.º 5, pág. 54-56.

C. D. U. 532.542.4

A descarga livre em tubos curtos — *José M. de Azevedo Netto.*

Revista DAE — S. Paulo, 5-956, vol. 17, n.º 27, pág. 59-69.

C. D. U. 532.57 : 532.574.2

A medição da vazão por meio de turbinas Venturi a números de Reynolds elevados — *P. Haller.*

Revista Técnica Sulzer, 1955, n.º 1, pág. 46-53.]

Dados bibliográficos.

C. D. U. 534 : 621.311

Medida y registo de vibraciones en centrales electricas — *G. W. van Santen.*

Philips, 2-954, vol. 1, n.º 1, pág. 2-6.

C. D. U. 537.533 : 628.14 [666.9]

Protecção catódica das linhas de concreto protendido — *Eduardo Gomes dos Reis.*

Revista DAE — S. Paulo, 5-956, vol. 17, n.º 27, pág. 73-88.

C. D. U. 538.083

Magnetic Measurements — *C. E. Webb, B. Sc. (Eng.), A. M. I. E. E.*

Metallurgia, 8-956, vol. 54, n.º 322, pág. 57-66.

29 referências.

C. D. U. 551.578.1

Chuva média — *Manuel Pedro Romano.*

Boletim da Sociedade de Estudos de Moçambique Maio-Junho, 1955. vol. 25, n.º 92, pág. 147-155.

C. D. U. 551.733 469)

Novos elementos para o conhecimento do Silúrico português — *Carlos Teixeira.*

Comunicações dos S. Geológicos de Portugal, 1955, vol. 36, pág. 1-9.

C. D. U. 551.753 (469.412.11) : 551.822.2

Estudo por sondagens da região carbonífera do Moinho da Ordem — (5 estudos) — *C. Freire de Andrade, Reinaldo Santos, Alberto Guerreiro.*

Comunicações dos S. Geológicos de Portugal, 1955, vol. 36, pág. 199-256.

C. D. U. 551.822.2 : 551.753 (469 . 412.11)

Estudo por sondagens da região carbonífera do Moinho da Ordem — (5 estudos) — *C. Freire de Andrade, Reinaldo Santos, Alberto Guerreiro.*

Comunicações dos S. Geológicos de Portugal, 1955, vol. 36, pág. 199-256.

C. D. U. 553.3/.6 (81)

Minérios do Brasil — *Paulo A. Marques de Almeida Rolff*

Revista da Escola de Minas, 6-956, vol. 20, n.º 3; 8-956, vol. 20, n.º 4, pág. 25-31; 10-956, vol. 20, n.º 5, pág. 33-41.

C. D. U. 553.43

Une introduction à l'étude des gîtes cupriféres de type Mansfeld.

La Chronique des Mines d'Outre-Mer, 11-956, vol. 24, n.º 245, pág. 258-259.

C. D. U. 620.17 : 534.6

Applications de l'extensometrie acoustique aux travaux publiques — *J. Bellier.*

Annales de l'Institut Tecnique du Batiment e T. P., 1-956, n.º 97, pág. 16-26.

C. D. U. 620.17 : 629.12

Applications de l'extensometrie à bord des navires — *M. Jourdain.*

Annales de l'Institut Tecnique du Batiment e T. P., 1-956, n.º 97, pág. 9-15.

C. D. U. 620.178.3 : 669.141.24

The Measurement of Fatigue Damage in Mild Steel — *P. G. Forrest, B. S. C. (Eng.), A. M. I. M. E. C. H. E.*

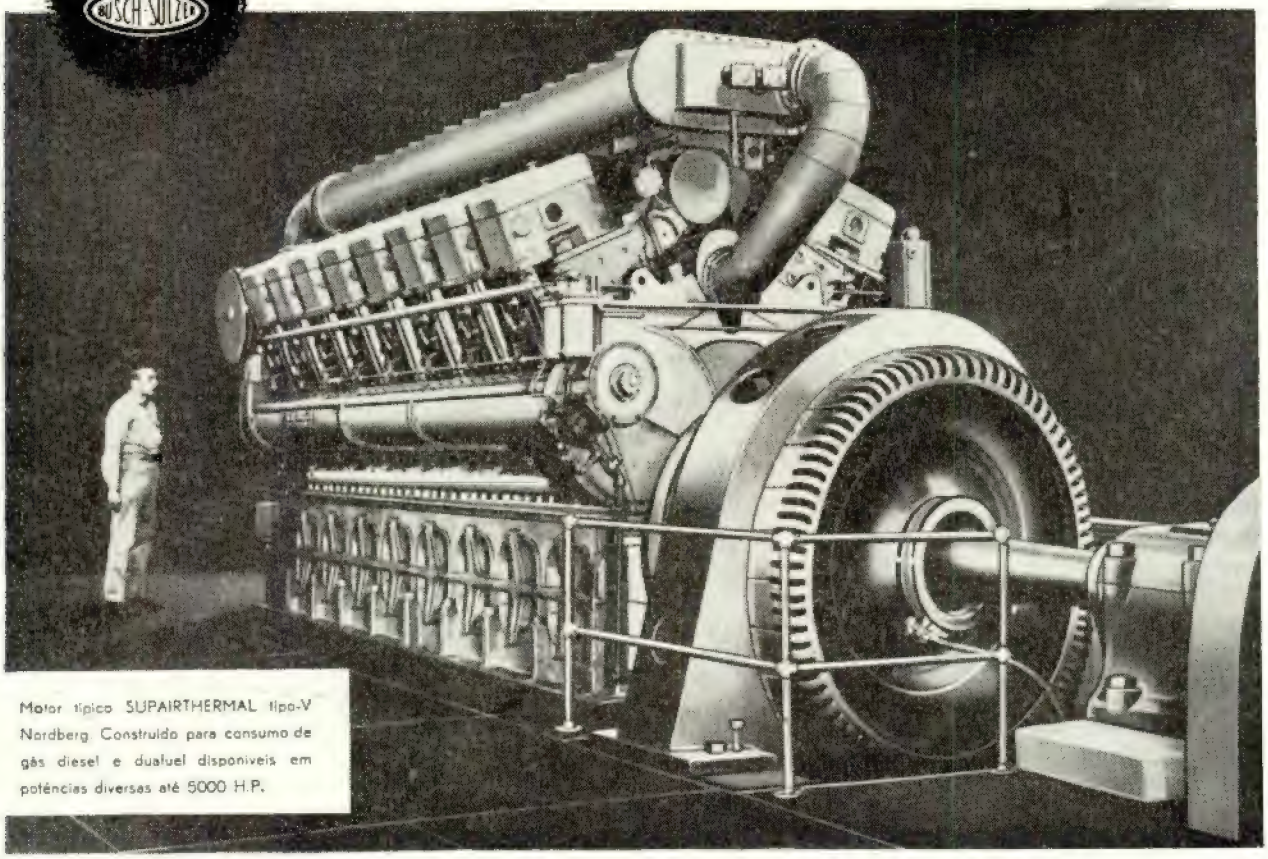
Engineering, 31-8-956, vol. 182, n.º 4721, pág. 266-268.

C. D. U. 620.178.7 : 625.282

Meseurs de contraintes dans les parties mecaniques de locomotives — *Boutfoy.*

Annales de l'Institut Tecnique du Batiment e T. P., 1-956, n.º 97, pág. 27-35.

Pioneiros na geração de potência!



Motor típico SUPAIRTHERMAL tipo-V Nordberg. Construído para consumo de gás diesel e duafuel disponíveis em potências diversas até 5000 H.P.

Data de 1890 a experiência da Nordberg na concepção e no fabrico de motores primários, geradores de energia. No princípio deste século a Nordberg construiu na América os primeiros grandes motores Diesel. Marcaram eles o início do que são agora quatro décadas de supremacia Nordberg no desenvolvimento e na produção de motores pesados.

Tendo sempre reconhecido as necessidades na indústria de todo o Mundo de motores mais perfeitos, mais eficientes e mais seguros, a Nordberg conquistou uma reputação invejável como produtora dos melhores motores que se fabricam, graças aos seus conhecimentos técnicos modernos, às facilidades e à sua experiência.

Hoje, a Nordberg constrói a série mais completa de motores para serviços pesados no Hemisfério Ocidental... de 10 a mais de 12.000 HP... incluindo tipos Diesel, Duafuel e de explosão que respondem pràticamente a todas as necessidades de energia. Estando interessado escreva pedindo pormenores.

NORDBERG MFG. CO., MILWAUKEE, WISCONSIN, U.S.A. End. Telegráfico: NORDBERG

LONDRES, 19 Curson St., W.1. — JOHANNESBURGO, 42 Marshall St. CIDADE DO MÉXICO, D.F., Dolores 3

A outra maquinaria Nordberg inclui:

BRITADEIRAS SYMONS CÔNICAS E GIRATÓRIAS, SEPARADORAS VIBRATÓRIAS SYMONS, MOINHOS, GUINDASTES PARA MINAS, MATERIAL PARA CONSERVAÇÃO DAS LINHAS FÉRREAS.

NORDBERG PELO MUNDO INTEIRO

Representada nos principais centros comerciais de todo o Mundo

XP156-P

C. D. U. 620.191.35

Medida de la rugosidad superficial — *N. A. S. J. Kootstra.*

Philips, 1954, vol. 1, n.º 2, pág. 10-13.

C. D. U. 620.4 «1956»

Power Pratices in 1955.

Combustion, 1-956, vol. 27, n.º 7, pág. 47-50.

C. D. U. 621.039

Noticia sobre máquinas atómicas — *Francisco Sette Bicalho.*

Revista da Escola de Minas, 8-956, vol. 20, n.º 4, pág. 9-14.

C. D. U. 621.1.002.5

A system of charging for Steam in Industrial Plants with Power Generation — *L. J. Sforzini* and *C. A. Winston, I. R.*

Combustion, 7-955, vol. 27, n.º 6, pág. 38-42.

C. D. U. 621.17 : 532.5

The effect of decreasing boiler pressure on natural circulation in water tube boilers — *O. G. Hammar* and *R. Jung.*

Combustion, 9-955, vol. 27, n.º 3, pàg. 47-55.

C. D. U. 621.175.3.003

Selection of cooling towers for Generation Stations—II — *Geoffrey F. Kennedy, M. A.* and *P. H. Margen, B. sc.*

Combustion, 9-955, vol. 27, n.º 3, pàg. 57-62.

6 referências.

C. D. U. 621.314.6 : 616.395.72

Rectificadores para centrales telefónicas — *R. van Rossam* y *D. C. Vaukamp.*

Philips, 1954, vol. 1, n.º 2, pág. 16-26.

C. D. U. 621.315.2.027.7.001.4

Ensayo de calles a alta tension y localizacion de puntos deliles en el aislamiento.

Philips, 1956, vol. 3, n.º 2, pág. 29-40.

C. D. U. 621.316.57.061.4 : 621.314.21

Nouveaux essais de déclenchement de transformateurs à vide et de lignes non chargées, par disjoncteurs à faible volume d'huile — *Vários autores.*

Bulletin Oerlikon, 6-956, n.º 316, pàg. 53-61.

Dados bibliográficos.

C. D. U. 621.316.57.064.45

Bon comportement des disjoncteurs pneumatiques Brown Boveri lors de l'apparition de défauts évolutifs — *E. Ruoss.*

Revue Brown Boveri, 10-955, vol. 42, n.º 10, pág. 413-416.

Dados bibliográficos.

C. D. U. 621.317.351

Oscilógrafos — *J. Overzee* y *P. J. Sips.*

Philips, 2-954, vol. 1, n.º 1, pág. 19-24.

C. D. U. 621.317.351 [621.396.225]

Medidas de impulsos com oscilascópios — *Eckelmann.*

Philips, 1954, vol. 1, n.º 3, pág. 1-7.

C. D. U. 621.317.727 : 621 : 38

Un método para determinar exactamente el cociente de dos pequeñas corrientes o tensiones por médio de un compensador electronico — *Cf. Shlotter* and *H. J. Kopinech.*

Philips, 956, vol 2, n.º 3, pág. 41-44.

C. D. U. 621.335.42

Swedish Electric Railcars — *B. Bjorklund.*

Asea Journal, 956, vol. 29, n.º 5, pág. 55-58.

C. D. U. 621.355 : 625.2

Determination empirique de la meilleure électrode positive d'une batterie d'accumulateurs d'éclairage des Trains — *M. E. Meyer.*

Bulletin de l'Al. du C. des Chemins de Fer, 8-956. vol. 33, n.º 8, pág. 643-646.

C. D. U. 621.357 : 669.686

Estanhamento electrolítico na usina de Volta Redonda — *Pedro Silva.*

Revista da Escola de Minas, 8-956, vol. 20, n.º 4, pág. 15-24.

C. D. U. 621.38 : 621.317.725

Voltímetros electrônicos — *P. J. Sips* e *J. D. Veegens.*

Philips, 954, vol. 1, n.º 2, pág. 1-7.

C. D. U. 661.392.22

Some Weve Propecties of Helical Conductors — *J. H. Bryant.*

Electrical Communication, 3-954, vol. 31, n.º 1, pàg. 50 a 56.

C. D. U. 621.396.822 : 621.385.831

Valve Noise Produced by Electrode Movement — *Palmela A. Handley* e *Peter Welch.*

Electrical Communication, 3-954, vol. 31, n.º 1, pàg. 38 a 49.

C. D. U. 621.396.9

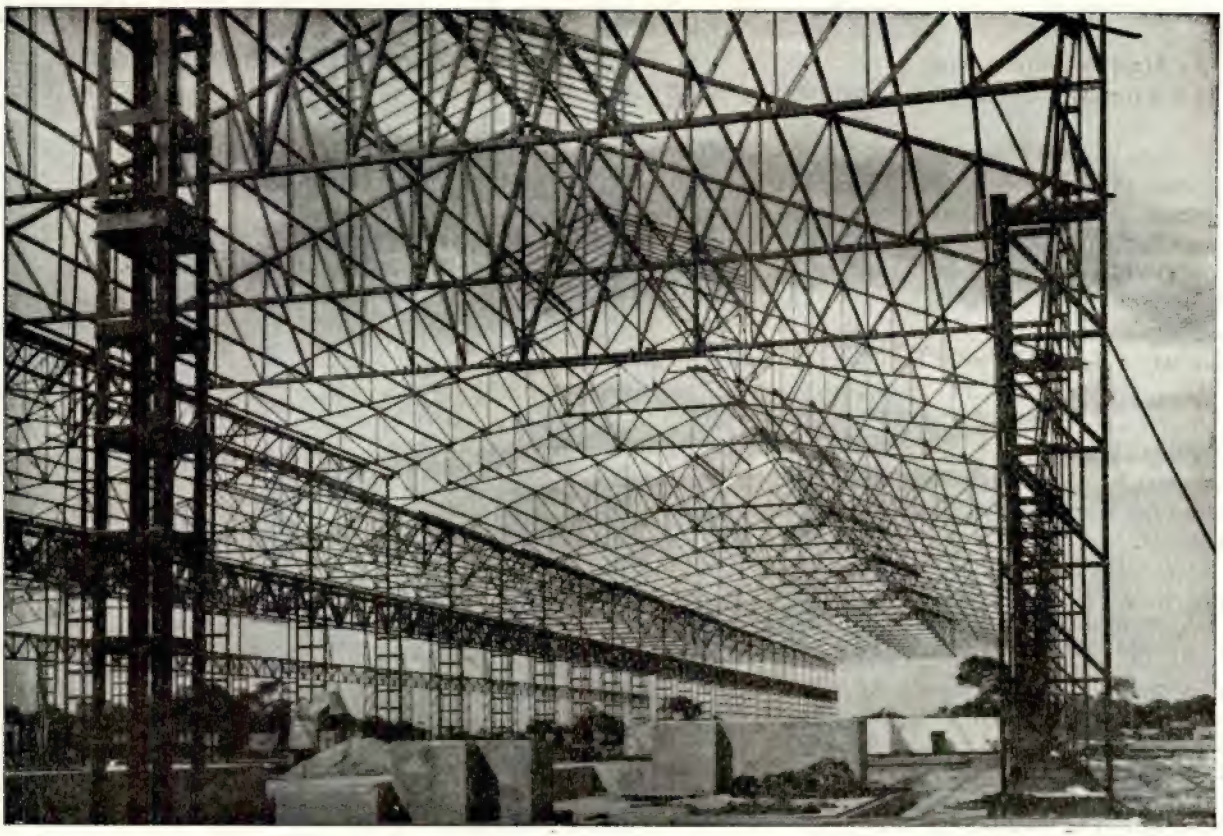
Radar receiver with elimination of fixed-target echoes — *Hervé Tantes.*

12-954, vol. 31, n.º 4, pág. 235-248.

C. D. U. 621.398 : 621.396 : 537.22

Funkfernstenerung unbesetzter Schaltstationen in Mittelspannungsnetzen — *W. Kratzsch.*

SEG Nachrichten, 955, vol 3, n.º 4, pág. 155-164.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FABRICA METALURGICA E CONSTRUTORA

Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399 480

C. D. U. 621.437

«The Alvis Two-row Radial.
«The Aeroplane», 2-11-956, vol. 91, n.° 2357, pag. 654.

C. D. U. 621.671.001.4

Ensaios na nova bomba de acumulação na central de Oberaar das usinas hidro-eléctricas do Oberhasli — *Hans Gerber.*
Revista Técnica Sulzer, 955, n.° 1, pág. 40-45.

C. D. U. 621.791 : 621.38

El control electrónico en la soldadura — *P. van Nooijen.*
Philips, 954, vol. 1, n.° 3, pág. 8-13.

C. D. U. 622 : 378.962

A formação de engenheiros de Minas e Geólogos para a economia mineral do Brasil — *Aluizio Licinio de M. Barbosa.*
Revista da Escola de Minas, 10-956, vol. 20, n.° 5, pág. 7-19.

C. D. U. 622.7.05

Tratamento de minerales — *Luis Gutiérrez Jodra.*
Dyna, 7-956, vol. 31, n.° 7, pág. 448-457.

C. D. U. 624.041.2

Otro metodo iterativo para el calcnlo de estructuras reticulares — *José Luis Blanco Villoña.*
Revista de Obras Públicas, 8-956, n.° 2856, pág. 429.

C. D. U. 624.057.6

Indicações para o emprego da madeira em escoramentos — *Manfredo de A. Carvalho.*
Rev. do Clube de Engenharia, 6-956, n.° 238, pág. 37-44

C. D. U. 624.87

Puente flotante sobre el rio San Lorenzo.
Informes de Construcción, 10-956, vol. 9, n.° 84.

C. D. U. 625.2 : 621.355

Determination empirique de la meilleur électrode positive d'une batterie d'accumulateurs d'éclairage des trains — *M. E. Meyer.*
Bulletin de l'A. I. C. Chemins de Fer, 8-956, vol. 38, n.° 8, pág. 643-646.

C. D. U. 629.13

Nuclear Propulsion for Aircraft.
The Aeroplane, 9-11-956, vol. 41, n.° 2358, pág. 686.

C. D. U. 629.13

«Training for Airline Flyng».
The Aeroplane, 23-11-956, vol. 41, n.° 2360, pág. 769.

C. D. U. 656.61 (469) «1945/1954»

A Marinha Mercante Nacional nos anos de 1945 a 1954 — *F. Marques da Silva.*
Revista de Economia, 6-956, vol. 9, n.° 2, pág. 49-88.

C. D. U. 656.7

«Airlines of the World» — Prospects for the future, — and some Pointers from the past — *H. A. Taylor* and *F. G. Swanborough.*
The Aeroplane, 23-11-956, vol. 41, n.° 2360, pág. 752.

C. D. U. 663.1

Biosíntesis de la Penicilina — *Benito Regueiro Varela.*
Ion, 10-956, vol. 16, n.° 183, pág. 579-588.

C. D. U. 663.6

Padrões de Potabilidade de Água — *José Capocchi.*
Revista DAE, S. Paulo, 5-956, vol. 27, pág. 39-58.

C. D. U. 665.3 : 664.34

Aceites buenos de oliva — *Manuel Sagrera Bertrán.*
Dyna, 7-956, vol. 31, n.° 7, pág. 444-447.

C. D. U. 665.4/5 (091)

Oil and Industry — *A. C. Hartley, C. B. E.*
Engineering, 31-8-956, vol. 182, n.° 4721, pág. 268-270.

C. D. U. 666.97 : 54

Praktische bestimmungsmethode für die vom temment chemisch gebundene Wassermenge — *Bleier.*
Acta Técnica, 1955, vol. 13, n.° 1-2, pág. 69-92.

C. D. U. 666.97

Central móvil de hormigonado.
Informes de Construcción, 10-956, vol. 9, n.° 84.

C. D. U. 669 : 621.791.001.5

Britih Welding Research Association.
Metallurgia, 8-955, vol. 52, n.° 310, pág. 57-61.

C. D. U. 669.018.28.001.4

The Effet of Compositiou on the Mechanical Propertier of Al-Si-Cu-Mg Casting Alloys — *M. G. Grittins* and *W. E. Mew.*
Metallurgia, 8-956, vol. 54, n.° 322, pág. 71-76.
Contém bibliografia.

C. D. U. 669.1 : 544

The Decomposition of Blast Furnace Raw Materials and slags, steelmaking skgs and Retractories for the Purpose of Chemical Análisis — *E. W. Harppam.*
Metallurgia, 8-955, vol. 52, n.° 310, pág. 93-101.
Contém bibliografia.

C. D. U. 669.1.001.5

The British Iron and Steel Research Association.
Metallurgia, 10-955, vol. 52, n.° 312, pág. 191-197.

C. D. U. 669.13.001.5

The British Cast-Iron Research Association — *J. G. Pearce.*
Metallurgia, 10-955, vol. 52, n.° 312, pág. 175-177, 200.

C. D. U. 669.141.25.001.5

The British Steel Castings Research Association — *A. H. Sully.*

Metallurgia, 10-955, vol. 52, n.º 316, pág. 171-175.

C. D. U. 669.15 — 194.54 : 620.193

Progressive Etching Effects on a Selected Area of Pearlitic Steel Revealed by the Electron Microscope — *D. E. Bradley.*

Metallurgia, 10-955, vol. 52, n.º 312, pág. 203-4.

6 referências bibliográficas.

C. D. U. 669.245.018.2

Le nickel dans les alliages pour rechargement dur — *R. Meyer.*

Revue du Nikel, Julho-Agosto-Setembro, 1956, vol. 22, n.º 3, pág. 53-58.

C. D. U. 669.27 — 426 : 620.171.3

The Embrittlement of tungsten by Ammonia — *G. L. Davis.*

Metallurgia, 8-956, vol. 54, n.º 321, pág. 18-20.

Contém bibliografia.

C. D. U. 669.721.5 : 545.82

The effect of some sample forms on the reprodutibility of spectrographic analysis of certain magnesium alloys using pin electrodes and a simple source unit — *E. C. Mills* and *S. E. Hermon.*

Metallurgia, 10-955, vol. 312, n.º 52, pág. 210-212.

C. D. U. 678.01 : 531.7

Méthodes générales de détermination des masses et dimensions des macromolécules — *Ch. Sadron.*

Industrie des Plastiques Modernes, 5-956, vol. 8, n.º 5, pág. 43 a 47.

C. D. U. 678.01 : 539.3 + 678.012.5

Propriétés mécaniques et constitution chimique — *B. Persoz.*

Industrie des Plastiques Modernes, 5-956, vol. 8, n.º 5, pág. 48 a 52.

C. D. U. 678.05 : 621.312

Le programmateur à tambour C. O. R. E. C. I.

Indnstrie des Plastiques Modernes, 5-956, vol. 8, pág. 34 a 35.

C. D. U. 678.06 : 615.38

Perfusion et transfusion.

Industrie des Plastiques Modernes, 5-956, vol. 8, n.º 5, pág. 1 a 4.

C. D. U. 678.06 : 621 — 74/75

Les horizons scientifiques de l'enrobage — *J. le Prévost* et *F. Cacheux.*

Industrie des Plastiques Modernes, 5-956, voi. 8, n.º 5, pág. 16 a 18.

C. D. U. 678.06 : 621.315

De quelques contacts dangéreux ontre caoutchoucs et plastiques dans les fils et câbles éléctriques — *M. Hocquart.*

Industrie des Plastiques Modernes, 5-956, vol. 8, n.º 5, pág. 41 a 42.

C. D. U. 678.762.06 : 771.53

Nouvelles résines pour filmes plastiques — *M. Thibaut.*

Industrie des Plastiques Modernes, 5-956, vol. 8, n.º 5, pág. 36 a 39.

C. D. U. 678.762.192.001.5 — 462

Étude critique de la valeur pratique d'un raccord pour tuyaux enterrés en polyéthylène — *M. Delatre.*

Industrie des Plastiques Modernes, 5-956, vol. 8, n.º 5, pág. 6 a 13.

C. D. U. 691.771 : 624.024

Los tejados de aluminio em condiciones industriales dificiles — *Antonio Millos Arregui.*

Dyna, 11-955, vol. 30, n.º 11, pág. 742-744.

C. D. U. 693.5

Hormigón aireado en obra — *P. Jiménez Montoya.*

Informes de la Construction, 8-9-956, vol. 9, n.º 83.

C. D. U. 696.11 : 69.001.5

Essais d'usene sus les robinets et les gamitmes — *J. C. Marechal.*

Annales de l'institut tecnique du batiment. T. P. 1-956, n.º 97, pág. 78-86.

C. D. U. 696.123 : 678

Los motives plastiques dans la plomberie — *G. Guillaud.*

Annales de l'institut tecnique des batiment e T. P. 1-956, n.º 97, pág. 89-95.

C. D. U. 697.83

Dimensionamento de lareiras — *Diógenes Vieira Negrão.*

Mackenzie — Revista de Engenharia, 1-2, 1956, vol. 41, n.º 127, pág. 27-30.

C. D. U. 696.11 : 628.1

Instalações Hidráulicas Domiciliárias — *Ataulpho Coutinho.*

Revista Municipal de Engenharia, 1-3, 1955, vol. 22 n.º 1, pág. 43-57.

C. D. U. 697.144.001.1

Permeabilité a l'air des menuiseries dans les locaux habités — *M. A. Pascal.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment, 7-8, 1956, n.º 103-104, pág. 693.

C. D. U. 711.7

Aménagement du carrefour pompadour a CRETEIL — *M. Gilbert Meyfus.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment, 7-8, 1956, n.º 103-104, pág. 700.

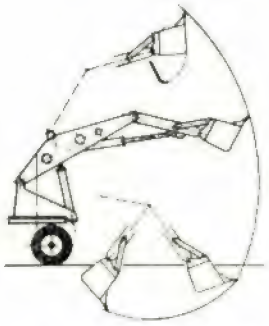
APARELHO HIDRÁULICO "Yumbo"

RAPIDEZ
EFICIÊNCIA
RENDIMENTO
ECONOMIA
BAIXA PRESSÃO
POTÊNCIA
MOBILIDADE

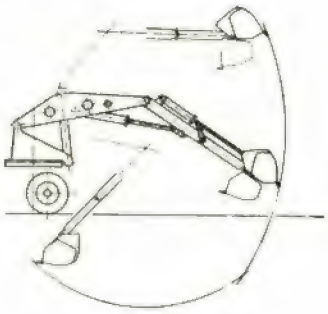
ÚNICO NO MUNDO!

COM ROTAÇÃO TOTAL CONTÍNUA DE 360°

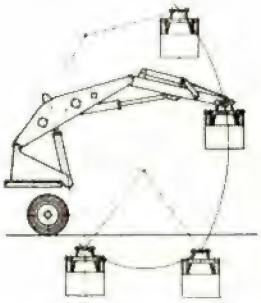
MONTAGEM FÁCIL SOBRE CAMION, LAGARTAS, VAGON, ETC.



COLHER FRONTAL



VALADORA



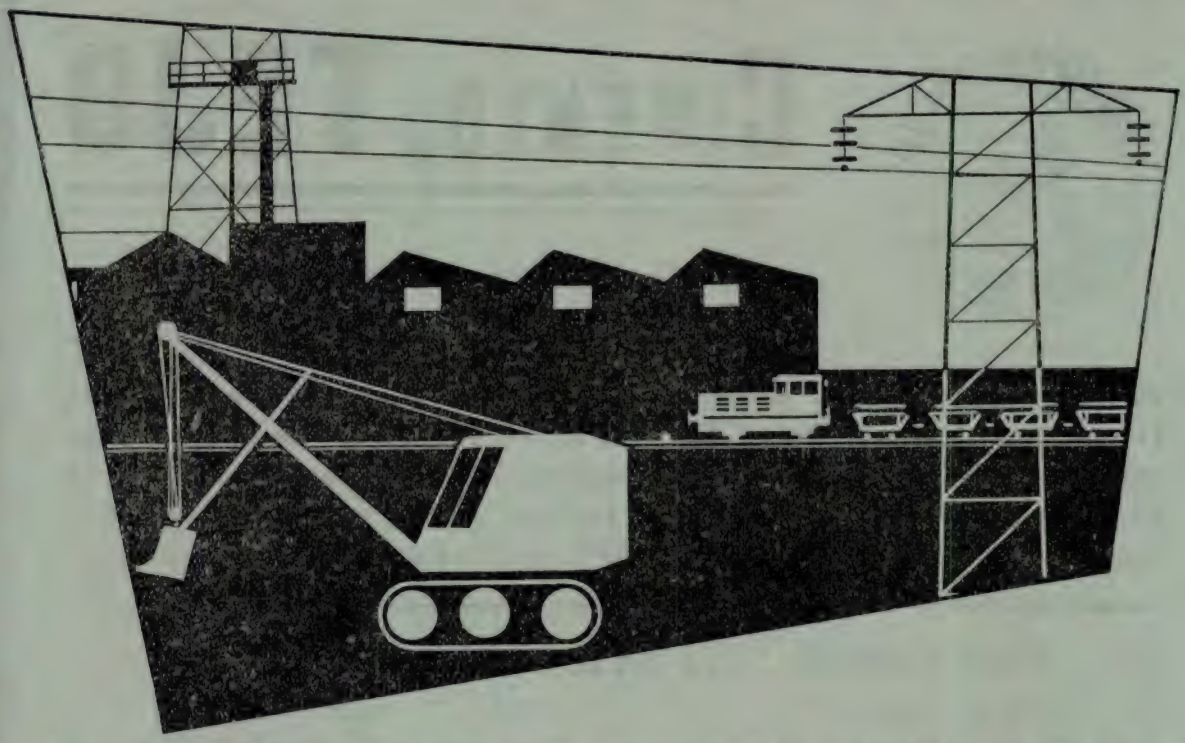
BALDE DE GARRAS

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

ESTABELECIMENTOS HEROLD, LIMITADA

RUA DOS DOURADORES, 7

LISBOA



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS, ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS - ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

Sociedade de Pesquisas, Captações de Água e Transportes, L.da

MATERIAL ELÉCTRICO

para instalações de alta e baixa tensão

ESPECIALIDADES **GARDY:**

Corta-circuitos e cartuchos de alto poder de corte
Disjuntores para força motriz e iluminação
Disjuntores de calibres variáveis
Disjuntores MINIHUILLE, até 35 kV
Dispositivos de corte em carga para seccionadores, etc.

REPRESENTANTE:

ANTÓNIO BARÓ

Rua da Assunção, 99-2.º-Dt.º

LISBOA

PO/SG/4

O Ferro Fundido "G.E." resolve na indústria o problema das transmissões por engrenagens

O ferro "G.E." tem uma resistência mecânica próxima do aço e uma resistência ao desgaste igual ao ferro fundido. Como no caso dêste último, êle pode ser vasado em peças com contornos bem definidos; possue, dentro de certos limites, propriedades autolubrificantes, permite um bom e facil acabamento nas máquinas-ferramenta e tem substituído com vantagem o aço vasado, no fabrico de rodas dentadas — desde a pequena roda de engrenagem dos redutores de velocidade até às rodas de grande diâmetro, empregadas no acionamento de máquinas para fabrico de papel — de grandes moinhos para moenda de matérias minerais — de fornos de cimento, etc. Resultados comprovados mostram que para um determinado desenho de peça, o ferro "G.E." durará e resistirá, quasi sempre, mais do que o aço vasado.

Por exemplo: Uma coroa dentada de uma roda motora de uma ponte rolante não apresentava qualquer desgaste apreciável, mantendo os dentes o seu perfil normal — depois de três anos e meio de serviço constante.

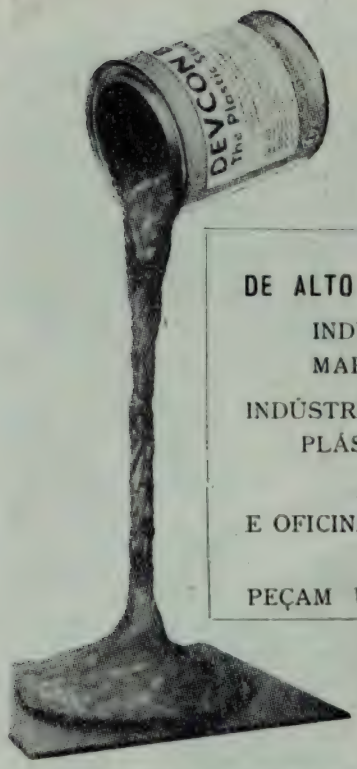
O ferro "G.E." (ferro fundido com grafite esferoidal) é fabricado sob licença, ao abrigo de patentes registadas em nome de The Mond Nickel Company Ltd.

EM PORTUGAL ESTÁ LICENCIADA PARA A PRODUÇÃO DE FERRO "G.E." A FIRMA:

Alfredo Alves & Cª (Filhos), Venda Nova e Lisboa.

MOND NICKEL

THE MOND NICKEL COMPANY LIMITED, THAMES HOUSE, MILLBANK LONDON, S.W.1



DEVCON

O AÇO PLÁSTICO

80 % DE AÇO
20 % DE PLÁSTICO

DE ALTO INTERESSE PARA:

INDÚSTRIAS QUÍMICAS, MARINHA, MINAS

INDÚSTRIAS DE BORRACHA, PLÁSTICO E PAPEL

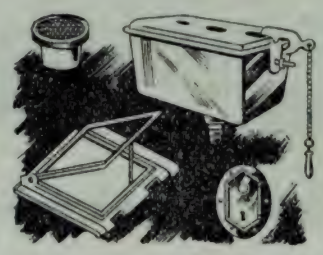
FUNDIÇÕES E OFICINAS DE REPARAÇÕES

PEÇAM UM FOLHETO AOS DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL E ULTRAMAR

AGÊNCIA COMERCIAL, LDA.

Rua da Boa Vista, 76, 1.º
Telef. 34759 — LISBOA

R. Passos Manuel, 14, sala 19
Telef. 30891 — PORTO



MATERIAL EM FERRO FUNDIDO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

ALFREDO ALVES & C.ª (FILHOS)
R. ACADEMIA DAS CIENCIAS, 5 • LISBOA
TELEFONES 31710 • 31718 • 31719
CAIXA POSTAL 409

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º
Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Sócio gerente: **Walter Weyermann**-Eng. civil

Ericsson LM

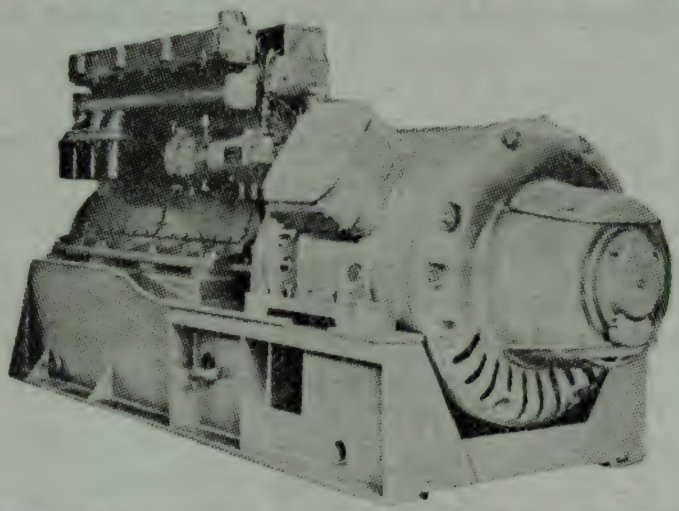
- SISTEMAS TELEFÓNICOS DE TODOS OS TIPOS
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- SISTEMAS DE SONORIZAÇÃO
- APARELHAGEM DE MEDIDA E ENSAIO
- CONTADORES ELÉCTRICOS
- CABOS E APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA

PROJECTOS
MONTAGENS
REPARAÇÕES
ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Sociedade Ericsson de Portugal, L.da

R. Filipe Folque, 7, 1.º Tel. (P P C 2 linhas) 57193

GRUPOS ELECTROGÉNEOS DIESEL
HANS STILL (Hamburgo — Alemanha)



Para entrega imediata em n/ armazéns, de potências até 90 KVA, equipados com motores MAN, MWM e Mercedes Benz.
Curtos prazos de entrega na Fábrica

MÁQUINAS DE PRECISÃO, LDA.
(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA — Rua da Boavista, 45-49
PORTO — Rua Sá da Bandeira, 629
LUANDA — Rua Restauradores d'Angola, 79

Sede: **Paço d'Arcos** — Av. Voluntários da República — Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

TRACTORES VENDER

Modelo «Champion» de rasto contínuo com motor Diesel de 85 HP

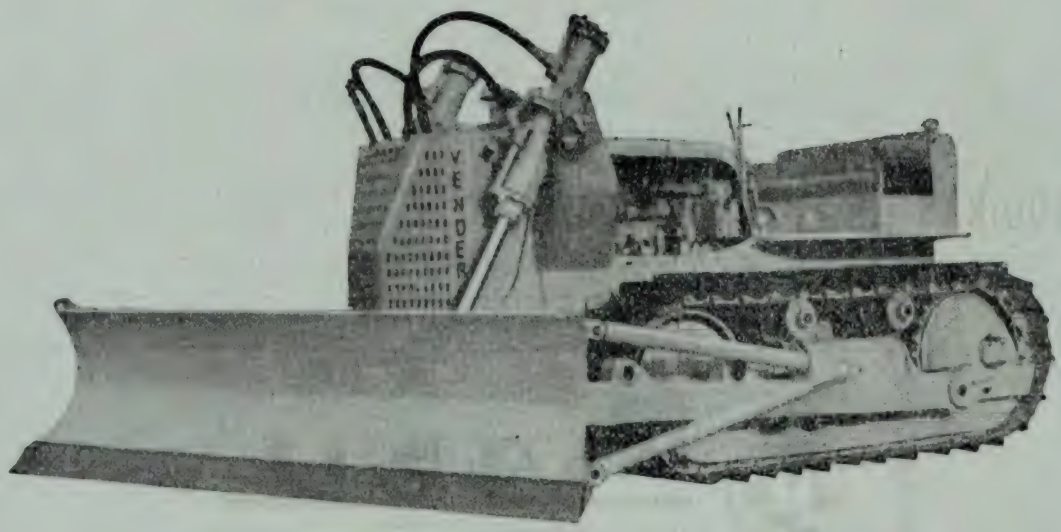
80 HP no tambor de transmissão
72 HP na barra de tracção

Modelo «Conqueror» de rasto contínuo com motor Diesel de 160 HP

140 HP no tambor de transmissão
120 HP na barra de tracção

Modelo «Bully» com motor Diesel de 50 HP (Tractor de rasto ràpidamente transformável em tractor de rodas ou vice-versa. Único tractor deste tipo no Mundo)

47 HP no tambor de transmissão
40 HP na barra de tracção



TRACTORES FIAT

DE RASTO CONTÍNUO

25 C — Motor Diesel de 25 HP
20 HP à barra — 24 HP no tambor

OM 35/40 C — Motor Diesel de 37 HP
29 HP à barra — 35 HP no tambor

55 e 55 L — Motor Diesel de 55 HP
44 HP à barra — 50 HP no tambor

DE RODAS

25 R — Motor Diesel de 25 HP
20 HP à barra — 24 HP no tambor

OM 35/40 R — Motor Diesel de 37 HP
29 HP à barra — 35 HP no tambor

55 R — Motor Diesel de 55 HP
45 HP à barra — 50 HP no tambor

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 — LISBOA

Telefs. 637083/4/5

BEJA — ÉVORA — PORTO — SANTARÉM — VILA FRANCA DE XIRA — LUANDA (ANGOLA)
LOURENÇO MARQUES (MOÇAMBIQUE)

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

●

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

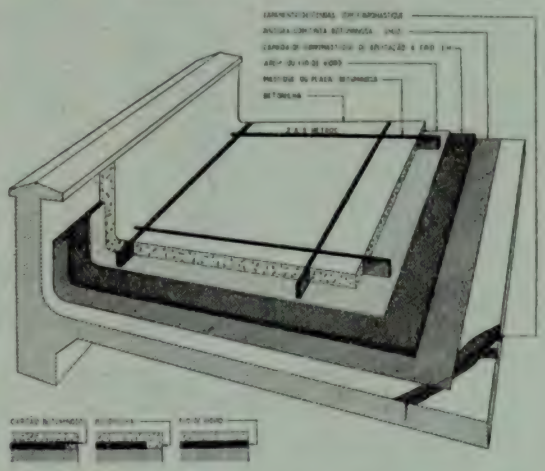
●

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

TODOS OS MATERIAIS PARA
IMPERMEABILIZAÇÃO
PRODUZIDOS PELO MESMO
FABRICANTE

Placas Betuminosas, Fibromastiques, Tintas Betuminosas, Mastiques, Emulsões, Colas, Cartões Betuminosos e Papéis Asfaltados



GUEDES & SANTOS SILVA, LDA.
R. de Pedrouços, 49 ● Tel. 61 13 16 ● LISBOA

Companhia União Fabril
Sede: Rua do Comercio, 49
LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL
DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

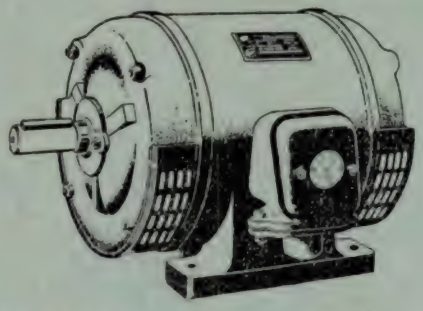
Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval
(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

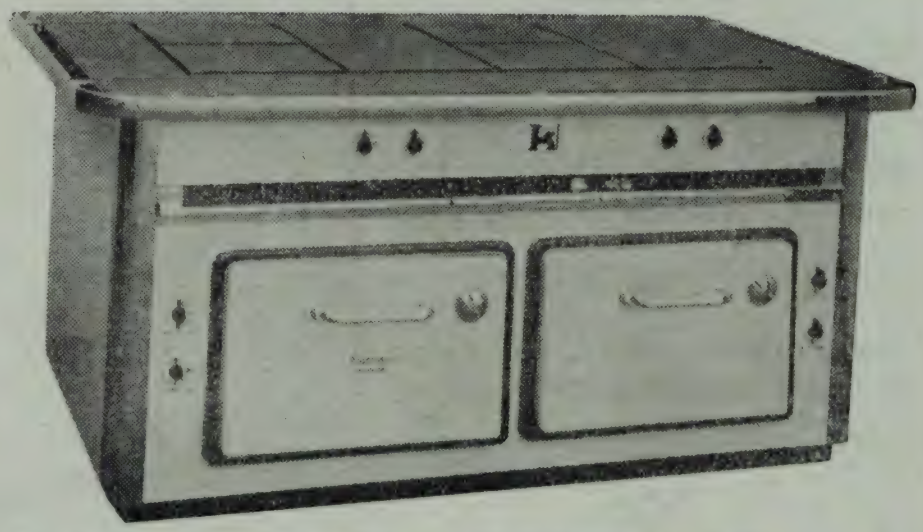
Maior progresso industrial
Maior rendimento
COM OS MOTORES ELÉCTRICOS
EFA-ACEC



CONSULTE:
BONNEVILLE OLIVEIRA
R. DE CAMÕES, 306-310
TELEFONE **20859**
PORTO

F. KÜPPERSBUSCH & SÖHNE

FORNECEDORES
DA
COZINHA
DO
HOSPITAL
ESCOLAR
DE
LISBOA

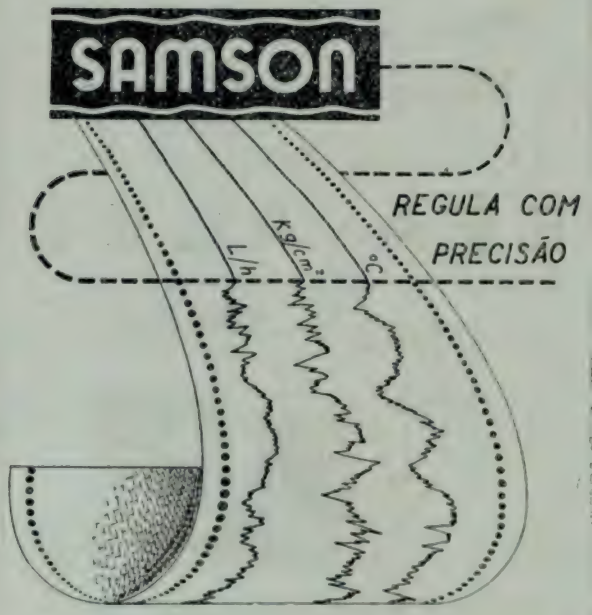


FOGÕES INDUSTRIAIS

REPRESENTANTES

AZEVEDO & PESSI. L.DA

Rua Nova do Almada, 46 — LISBOA — Telefs. 2 0354 - 2 4495 - 2 9879



TEMPERATURA, PRESSÃO E DÉBITOS
PARA VAPOR, ÁGUA, AR, ÓLEO E OUTROS FLUIDOS

BOUHON & IRMÃO, LTD.

EM LISBOA: Av. Júlio Diniz, 26, r/c Esq.
Telef.: 77 36 03, 77 86 85
NO PORTO: Rua Antero do Quental, 615
Telef. 4 0118 — 4 0119

DUPLICADORES

Manuais e eléctricos

Gestetner

OS MELHORES
DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 — Telefone 2 2628 - LISBOA
LARGO DO PADRÃO, 28, 1.º — Telefone 2 3469 - PORTO

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. da Madalena, 163 — Lisboa Telefone 32795/6

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

TABELAS TÉCNICAS
PARA
ENGENHARIA CIVIL

POR
NUNO ABRANTES
E
A. CELESTINO DA COSTA

Sob a direcção do Prof. Vicente Ferreira

4.ª Edição revista e aumentada

PELOS ENGENHEIROS
Fernando Abecasis e Sidónio Brazão Farinha

PEDIDOS À «TÉCNICA»

Preço: 120$00
Assinantes: 10% de desconto

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

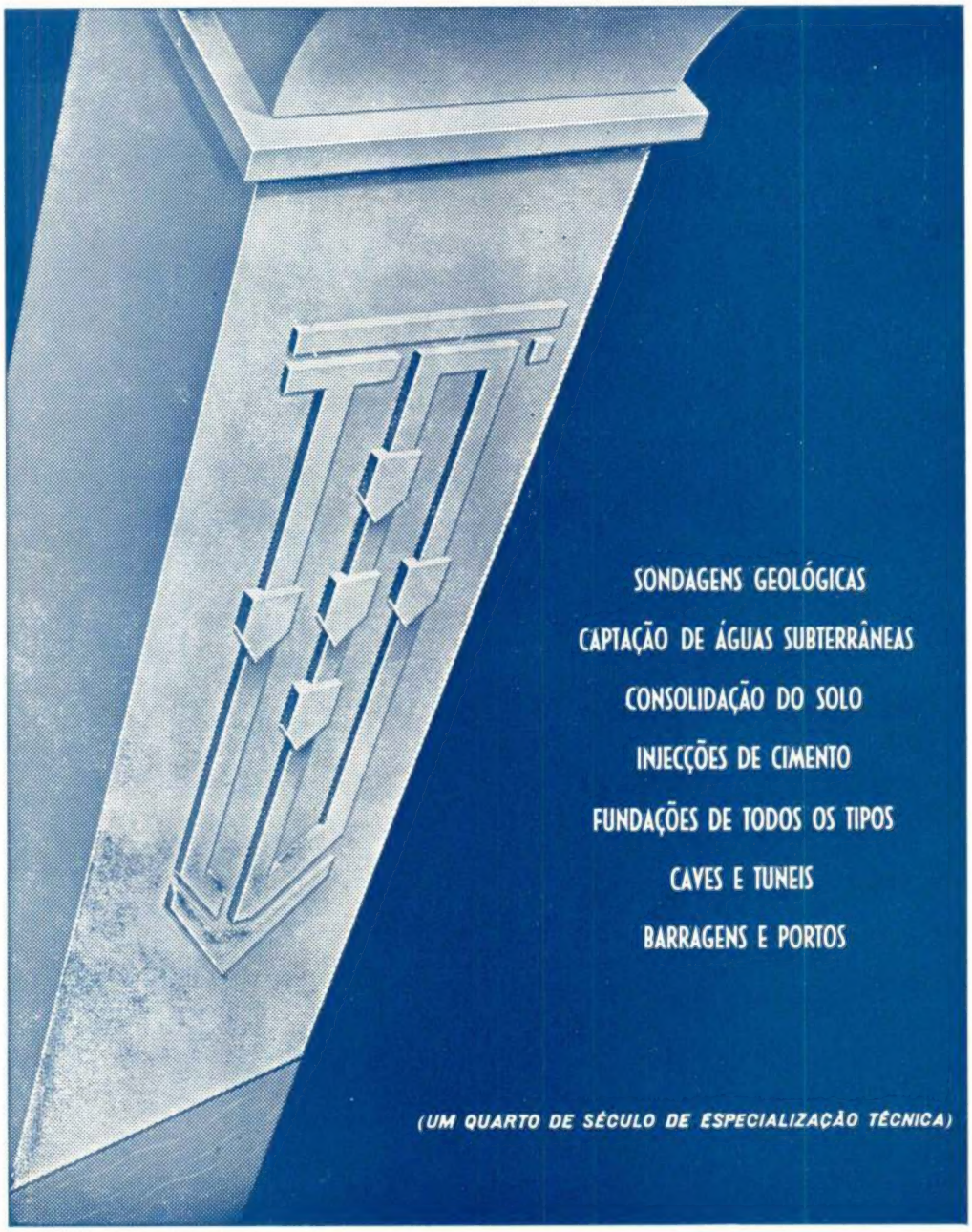
Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

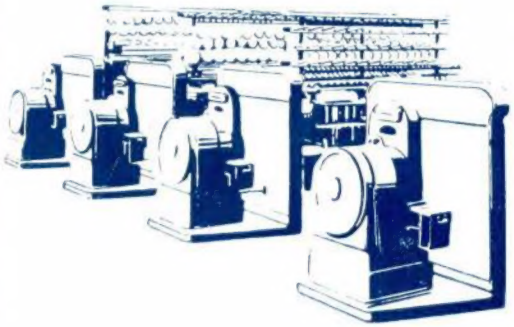
Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA





Soc. de Elect. BROWN BOVERI, LDA

Rua de Sá da Bandeira, 481-2.º
(Palácio do Comércio)

Telefone 23411

PORTO

Fornece as afamadas máquinas e aparelhos de construção suíça

BROWN BOVERI

Comandos eléctricos especiais para as indústrias de fiação e tecelagem.

Comandos eléctricos para as tinturarias e estamparias.

Comandos eléctricos para as fábricas de acabamentos.

Electrificação de fábricas de moagem, de cimento, de sabão, de cerveja, de produtos químicos, de adubos, etc., etc.

— Soldadura eléctrica —

Instalação de emissoras de rádiodifusão.

Válvulas electrónicas avulsas para aparelhos industriais ou de medicina, sempre em armazém no Porto.

— CENTRAIS ELÉCTRICAS —